PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 8. 15. April 1905. 6. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 9 am 26. April 1905.

INHALT.

Originalmitteilungen:

A. H. Bucherer, Das Feld eines rotierenden Elektrons. S. 225.

O. M. Corbino, Über Kräftepaare, welche durch ein rotierendes Feld auf einer leitenden Kugel hervorgerufen werden. S. 227.

J. J. C. Müller, Über einen einfachen Kondensator mit veränderlicher Kapazität für Abstimmungsversuche. S. 231.

B. Macků, Über den elektrolytischen Wellendetektor. S. 232.

W. van Bemmelen, Messungen der luftelektrischen Zerstreuung während der ringförmigen Sonnenfinsternis am 17. März 1904. S. 235.

B. Davis, Das Verhältnis zwischen elektrischer und Gravitationskraft. S. 236.

E. v. Schweidler, Über das Verhältnis der Gravitationskonstante zur spezifischen Ladung des Elektrons. S. 237.

H. Reißner, Eine Bemerkung über Gravitations- und elektrische Masse. S. 237.

R. W. Wood, Die Intensität von Gitterspektren. S. 238.

Vorträge und Reden:

W. H. Julius, Das ungleichmäßige Strahlungsfeld und die Dispersionsbanden. S. 239.

Besprechungen:

E. Leybolds Nachfolger, Einrichtungen und Apparate für den physikalischen Unterricht. S. 248.

A. Righi, Moderne Theorien der physikalischen Erscheinungen. S. 248.

G. Hamel, Die Lagrange-Eulerschen Gleichungen der Mechanik. S. 249.

Berichtigung. S. 249.

Tagesereignisse. S. 249.

Personalien. S. 249.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1905. S. 249.

Gesuche. S. 264.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Das Feld eines rotierenden Elektrons.

Von A. H. Bucherer.

In der Theorie des Magnetismus spielt das rotierende Elektron eine fundamentale Rolle. Es fehlte aber bisher eine Berechnung seines elektromagnetischen Feldes. Zwar enthält die bekannte Abhandlung von H. A. Lorentz in der Enzyklopädie der Mathematik kurze allgemeine Anweisungen zur Lösung des Problems und die Angabe des Feldes im Innern des Elektrons; aber das besonders wichtige äußere Feld ist nicht angegeben. Ich glaubte deshalb, daß eine auf anderem Wege erzielte Lösung der Aufgabe von einigem Interesse sein könnte. — Wendet man die übliche Bezeichnungsweise an, so sind die Grundgleichungen:

$$\operatorname{div}\mathfrak{D} = \varrho \tag{1}$$

$$\operatorname{div}\mathfrak{H} = 0 \tag{2}$$

$$\operatorname{rot}\mathfrak{H} = \frac{1}{v}\left(\frac{d\mathfrak{D}}{dt} + \varrho\mathfrak{u}\right) \tag{3}$$

$$\operatorname{rot}\mathfrak{D} = -\frac{1}{v}\frac{d\mathfrak{H}}{dt} \tag{4}$$

Hierzu kommt die kinematische Beziehung:

$$\mathfrak{u} = [\mathfrak{w}\mathfrak{r}]. \tag{5}$$

$\mathfrak{u}$ bedeutet die Geschwindigkeit, $\mathfrak{w}$ die konstante Winkelgeschwindigkeit, $\mathfrak{r}$ einen von einem beliebigen Punkte der Drehachse gezogenen Radiusvektor.

Wir leiten zunächst die allgemeinen Gleichungen für einen beliebig gestalteten, rotierenden, geladenen Körper ab und verwenden im Hinblick auf die dann folgende Behandlung des speziellen Falles einer rotierenden Kugel, d. h. eines rotierenden Elektrons räumliche Polarkoordinaten.

β ist der Winkel, welchen $\mathfrak{r}$ mit der positiven Richtung der Drehachse, d. h. mit der Richtung der als Vektor aufgefaßten Winkelgeschwindigkeit $\mathfrak{w}$ macht. α ist der Winkel, welchen die durch $\mathfrak{r}$ und $\mathfrak{w}$ gelegte Ebene mit einer willkürlich in dem rotierenden Körper festgelegten Meridianebene macht. Ein jeder Punkt in dem elektromagnetischen Felde des rotierenden Körpers ist daher bestimmt durch den Radius r, die Zenitdistanz β und das Azimut α. Mit diesen Koordinaten wollen wir drei Richtungen verknüpfen. Erstens die Richtung von r, entsprechend dem Grundvektor $\mathfrak{i}$; zweitens die Richtung, in welcher α zunimmt, d. h. die Bewegungsrichtung, entsprechend einem Grundvektor $\mathfrak{j}$; drittens die auf $\mathfrak{i}$ und $\mathfrak{j}$ senkrechte tangentiale Richtung $\mathfrak{k} = [\mathfrak{i}\mathfrak{j}]$, in welcher β abnimmt. Das mit dem geladenen Körper rotierende Feld wird wie ein starrer Körper rotieren und den Gleichungen genügen:

$$\operatorname{div}\mathfrak{D} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 D_1) + \frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial D_2}{\partial\alpha} - \frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial}{\partial\beta}(\sin\beta D_3) = \varrho. \tag{1a}$$

$$\operatorname{div}\mathfrak{H} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 H_1) + \frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial H_2}{\partial\alpha} - \frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial}{\partial\beta}(\sin\beta H_3) = 0. \tag{2a}$$

$$\operatorname{rot}\mathfrak{H} = \frac{1}{v}(-(\mathfrak{u}\nabla)\mathfrak{D} + \varrho\mathfrak{u}). \tag{3a}$$

$$\operatorname{rot}\mathfrak{D} = \frac{1}{v}(\mathfrak{u}\nabla)\mathfrak{H}. \tag{4a}$$

Zu diesen Gleichungen ist noch zu bemerken, daß die Indices 1, 2, 3 die Komponenten nach den drei angegebenen Richtungen bezeichnen. Ferner erkennt man, daß die Differentiation

nach t richtig durch den Operator $-(\mathfrak{u}\nabla)$ angegeben ist. $\mathfrak{i}$, $\mathfrak{j}$, $\mathfrak{k}$ sind dabei selbstverständlich nicht zu variieren, denn $\frac{d\mathfrak{H}}{dt}$ und $\frac{d\mathfrak{D}}{dt}$ beziehen sich auf Änderungen, welche an einem im Äther ruhenden Punkte vor sich gehen. Man erkennt leicht, daß

$$\mathfrak{u} = \mathfrak{j} r w \sin\beta.$$

In Polarkoordinaten hat die Rotation eines beliebigen Vektors $\mathfrak{A}$ die Form:

$$\left.\begin{aligned}\operatorname{rot}\mathfrak{A} = \mathfrak{i}\,\frac{1}{r^2\sin\beta}\left\{\frac{\partial(rA_3)}{\partial\alpha} + \frac{\partial}{\partial\beta}(r\sin\beta A_2)\right\}\\ -\mathfrak{j}\,\frac{1}{r}\left\{\frac{\partial A_1}{\partial\beta} + \frac{\partial(rA_3)}{\partial r}\right\}\\ +\mathfrak{k}\,\frac{1}{r\sin\beta}\left\{\frac{\partial}{\partial r}(r\sin\beta A_2) - \frac{\partial A_1}{\partial\alpha}\right\}\end{aligned}\right| \qquad (6)$$

Beachtet man nun Gleichung (1a) und (2a), so läßt sich leicht verifizieren, daß

$$\operatorname{rot}\mathfrak{H} = \operatorname{rot}\frac{wr\sin\beta}{v}[\mathfrak{j}\mathfrak{D}], \qquad (7)$$

$$\operatorname{rot}\mathfrak{D} = \operatorname{rot}\frac{wr\sin\beta}{v}[\mathfrak{H}\mathfrak{j}]. \qquad (8)$$

Durch Integration erhält man hieraus

$$\mathfrak{H} = \frac{wr\sin\beta}{v}[\mathfrak{j}\mathfrak{D}] - V\varphi, \qquad (9)$$

$$\mathfrak{D} = \frac{wr\sin\beta}{v}[\mathfrak{H}\mathfrak{j}] - V V. \qquad (10)$$

Diese Gleichungen gelten ganz allgemein für einen beliebigen, um eine konstante Achse mit gleichförmiger Geschwindigkeit rotierenden geladenen Körper. Wie ich an anderer Stelle[1]) gezeigt habe, erhält man vollständig analoge Gleichungen bei Verwendung von zylindrischen Koordinaten.

Die Gleichungen (9) und (10) lassen sich auch schreiben:

$$\mathfrak{H} = \frac{wr\sin\beta}{v}(\mathfrak{i}D_3 - \mathfrak{k}D_1) - V\varphi, \qquad (11)$$

$$\mathfrak{D} = \frac{wr\sin\beta}{v}(-\mathfrak{i}H_3 + \mathfrak{k}H_1) - V V. \qquad (12)$$

wo $V\varphi = \mathfrak{i}\frac{\partial\varphi}{\partial r} + \mathfrak{j}\frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha} - \mathfrak{k}\frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}$ und analog $V V$.

Durch wechselseitige Substitution erhält man, wenn man

$$1 - \frac{w^2r^2\sin^2\beta}{v^2} = s \qquad (13)$$

setzt:

$$\left.\begin{aligned}H_1 s &= +\frac{w}{v}\sin\beta\frac{\partial V}{\partial\beta} - \frac{\partial\varphi}{\partial r}\\ H_2 &= -\frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}\\ H_3 s &= \frac{rw}{v}\sin\beta\frac{\partial V}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}.\end{aligned}\right| \qquad (14)$$

$$\left.\begin{aligned}D_1 s &= -\frac{rw\sin\beta}{v}\frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial\beta} - \frac{\partial V}{\partial r}\\ D_2 &= -\frac{1}{r\sin\beta}\frac{\partial V}{\partial\alpha}\\ D_3 s &= -\frac{wr\sin\beta}{v}\frac{\partial\varphi}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial\beta}.\end{aligned}\right| \qquad (15)$$

Bei Körpern, welche Rotationssymmetrie besitzen, wird alles unabhängig von α sein, falls sie um ihre Symmetrieachse rotieren. Dann werden H_2 und D_2 verschwinden. Fassen wir daher das Elektron als eine Kugel mit Oberflächenladung auf, so können wir gemäß den Gleichungen (14) und (15) aussagen, daß weder die magnetische noch die elektrische Kraft Komponenten in der Bewegungsrichtung hat.

Da die geladene Fläche das Feld in zwei Teile trennt, so ist es nötig, für jeden der beiden Räume eine besondere Lösung zu erzielen, d. h. V und φ für das Innere des Elektrons und für den Außenraum zu bestimmen. Die Werte, welche V und φ und ihre Ableitungen im Innern haben, sollen durch einen Strich gekennzeichnet werden. Zur Bestimmung von V und φ dienen die Oberflächenbedingungen. Ist σ die Flächendichte, so ist $\sigma = D_1 - D_1'$. Ferner ist die Differenz der Tangentialkomponenten von $\mathfrak{H}$ der Kugel an der Oberfläche:

$$H_3' - H_3 = \frac{\sigma u}{v} = \frac{\sigma w R}{v}\sin\beta, \qquad (16)$$

wo R der Radius der Kugel ist. Hier ist ferner $H_1' = H_1$.

Wir machen nun die Annahme, daß die Verteilung der Elektrizität sich nicht ändern kann durch die Drehbewegung. Dann nimmt σ den Wert an $\frac{e}{4\pi R^2}$ und es wird

$$\sigma = \frac{e}{4\pi R^2} = D_1 - D_1',$$

$$H_3' - H_3 = \frac{ew\sin\beta}{4\pi R}.$$

Diese Beziehungen im Verein mit den Gleichungen (14) und (15) legen es nahe, folgende Werte anzusetzen:

$$\left.\begin{aligned}V &= \frac{e}{4\pi r}\left(1 - \frac{1}{3}\frac{w^2R^2\sin^2\beta}{v^2}\right) + C_1,\\ \varphi &= \frac{1}{12}\frac{we\cos\beta R^2}{\pi v r^2} - \frac{ew\cos\beta}{4\pi v} + C_2,\\ V' &= -\frac{ew^2r^2\sin^2\beta}{12\pi v^2 R} + C_1',\\ \varphi' &= -\frac{wer\cos\beta}{6\pi v R} + C_2'.\end{aligned}\right| \qquad (17)$$

Dann folgt für das innere Feld des Elektrons:

1) A. H. Bucherer, Math. Einf. in d. Elektronentheorie, Leipzig. S. 72.

$$D_1' = D_2' = D_3' = 0,$$
$$H_1' = \frac{we\cos\beta}{6\pi vR} \qquad H_3' = \frac{we\sin\beta}{6\pi vR} \tag{18}$$

und für das äußere:

$$D_1 = \frac{e}{4\pi r^2}; \quad D_2 = 0, \quad D_3 = 0;$$
$$H_1 = \frac{R^2 ew\cos\beta}{6\pi vr^3} \qquad H_3 = -\frac{R^2 ew\sin\beta}{12\pi vr^3} \tag{19}$$

Durch diese Gleichungen wird allen Bedingungen genügt. Das elektrische Feld wird durch die Bewegung nicht geändert. Im Innern des Elektrons ist das magnetische Feld parallel der Drehachse und überall konstant, wie schon H. A. Lorentz gefunden hatte.

Die magnetische Energie bestimmt sich leicht aus der Gleichung

$$W_m = \tfrac{1}{2}\int \mathfrak{H}^2 d\tau = \tfrac{1}{2}\int\int\int \mathfrak{H}^2 r^2 \sin\beta\, d\beta\, d\alpha\, dr.$$

Also:

$$W_m = \tfrac{1}{2}\cdot\frac{w^2e^2}{36\pi^2v^2R^2}\cdot\frac{4\pi R^3}{3}$$
$$+\tfrac{1}{2}\int\int\int\left(\frac{R^2ew\cos\beta}{6\pi vr^3}\right)^2\cdot r^2\sin\beta\, d\beta\, d\alpha\, dr$$
$$+\tfrac{1}{2}\int\int\int\left(\frac{R^2ew\sin\beta}{12\pi vr^3}\right)^2\cdot r^2\sin\beta\, d\beta\, d\alpha\, dr.$$

Der erste Term der rechten Seite entspricht der im Innern des Elektrons befindlichen Energie. Es ist

$$W_m' = \frac{e^2w^2R}{54v^2\pi}.$$

Der zweite Term, d. h. die der radialen äußeren Komponenten entsprechende Energie, ist doppelt so groß wie der dritte Term. Die Gesamtenergie ergibt sich zu:

$$W_m = \frac{e^2w^2R}{36v^2\pi}.$$

Bonn, Physikalisches Institut der Universität, im März 1905.

(Eingegangen 19. März 1905.)

Über Kräftepaare, welche durch ein rotierendes Feld auf einer leitenden Kugel hervorgerufen werden.

Von O. M. Corbino.[1])

Die Bestimmung desjenigen Kräftepaares, welches erforderlich ist, um eine leitende Kugel in einem gleichförmigen Felde rotieren zu lassen, eines Kräftepaares, welches gleich ist demjenigen, das auf einer in Ruhe befindlichen Kugel durch ein mit gleicher Geschwindigkeit rotierendes Feld hervorgerufen wird, die Bestimmung eines solchen Kräftepaares bildet ein bisher ungelöstes Problem, trotz einer bedeutenden theoretischen Arbeit von H. Hertz.[1]) In der Tat lassen sich die Formeln von Hertz nur für den Fall einer sehr dünnen Kugelschale berechnen. Für die Vollkugel sind sie dagegen nur in den Grenzfällen sehr kleiner und sehr großer Geschwindigkeiten zu berechnen. — In den hier vorliegenden Versuchen habe ich solche Kräftepaare an Kugeln aus verschiedenen Metallen gemessen. Die Kräftepaare wurden erzeugt durch Felder, welche mit Geschwindigkeiten zwischen 500 und 6000 Touren in der Sekunde rotierten. Es handelt sich also hier um Felder von solchen Frequenzen, auf welche die Formeln von Hertz keine Anwendung finden, denn die Geschwindigkeit von 5000 Touren ist noch nicht genügend groß, um die Einschränkungen zu gestatten, welche erforderlich sind, um die auf die großen Geschwindigkeiten bezügliche Formel abzuleiten, während die andere Formel nur für wenige Touren in der Sekunde gültig ist. Setzt man die Intensität des rotierenden Feldes als konstant voraus, so nehmen die Hertzschen Formeln folgende Gestalt an:

Es bezeichne D das Kräftepaar, ω die Rotationsgeschwindigkeit des Feldes, x den spezifischen Widerstand des Materials, aus dem die Kugel besteht, A die Feldintensität, f_1 und f_2 zwei sehr komplizierte Funktionen von ω, x und der Entfernung ϱ zwischen einem beliebigen Punkte der Kugel und ihrem Mittelpunkt. Dann ist für jede beliebige Geschwindigkeit:

$$D = \frac{A^2\omega}{4\pi x}\int_0^R\left(\frac{\varrho}{R}\right)^2(f_1^2+f_2^2)\varrho^2\, d\varrho.$$

Das Integral läßt sich berechnen für den Fall sehr kleiner und sehr großer Geschwindigkeit, und man erhält dann:

$$D' = \frac{\omega}{2\pi x}\frac{A_2}{10}R^3,$$

bezw.:

$$D'' = \frac{A^2}{8\pi^2}\sqrt{\frac{x}{2\pi\omega}}.$$

Die letztere Gleichung bezieht sich auf Fälle, welche nicht realisierbar sind, denn sie setzt voraus, daß $\sqrt{\frac{4\pi\omega}{x}}\,\varrho$ sehr groß sei gegenüber der Einheit, und bei den Einheiten, welche Hertz angenommen hat, trifft dies selbst nicht zu für 10 mm Entfernung vom Mittelpunkt

1) Mitteilung aus dem Physikalischen Institut der kgl. Universität zu Palermo, Direktor Prof. Dr. Macaluso. — Die ausführliche Mitteilung wird im Nuovo Cimento veröffentlicht werden.

1) H. Hertz, Über die Induktion in rotierenden Kugeln. — Inaugural-Dissertation. Ges. Werke 1, 37—134.

einer kupfernen Kugel bei 5000 Touren in der Sekunde. Noch viel weniger wird sich die Formel auf Metalle von höherem Widerstand anwenden lassen.

Man kann indessen aus der Hertzschen Theorie ein sehr interessantes Resultat ableiten. Das Kräftepaar enthält im allgemeinsten Falle das Verhältnis $\frac{\omega}{x}$ als Faktor und enthält ferner die Funktionen f_1 und f_2, welche ihrerseits wieder von dem Verhältnis $\frac{\omega}{x}$ abhängen. Man kann also aussagen: Für einen bestimmten Radius ist das Kräftepaar nur eine Funktion des Verhältnisses zwischen der Winkelgeschwindigkeit und dem spezifischen Widerstand des Leiters. Es wird also den gleichen Wert behalten, wenn sich die Geschwindigkeit und der Widerstand in gleichem Maße ändern. Sonach wird das Kräftepaar, welches eine Kupferkugel bei 500 Touren erhält, ungefähr gleich sein demjenigen, welches eine Wismutkugel bei 40000 Touren erhält. Eine derartige interessante Folgerung findet sich in der Hertzschen Arbeit nicht ausgesprochen. — Da es sich andererseits darum handelt, den allgemeinen Gang der Erscheinung vorher zu bestimmen (und nur das lässt diese Theorie zu), so kann eine direkte Überlegung hinreichende Aufklärung geben. — Die in der Kugel induzierten Ströme lokalisieren sich wegen des Skin-Effekts in den äußeren Schichten und dringen um so tiefer ein, je geringer die Frequenz und je größer der spezifische Widerstand ist. Es kann daher der Fall eintreten, daß sie in den äußeren Schichten einer Kupferkugel größere Intensität besitzen, und daß man trotzdem intensivere Kräftepaare in einem Metall von größerem Widerstande hat, weil eine größere Anzahl von Schichten in die Erscheinung mit einbezogen wird. Man begreift aber, daß eine weitere Zunahme des Widerstandes eine Abnahme des Kräftepaares bewirken kann, wenn bereits alle Schichten bis zum Mittelpunkt genügend in Mitleidenschaft gezogen sind. Es läßt sich auch voraussehen, daß für eine bestimmte Frequenz der spezifische Widerstand, dem das Maximum des Kräftepaares entspricht, um so höher liegen muß, je größer der Radius der Kugel ist. Die zweite Formel von Hertz, nach welcher das Kräftepaar für irgendeinen Radius immer mit dem Widerstande wächst, entspricht also einem nicht realisierbaren Falle, es sei denn, daß es sich um sehr große Radien, um variable, aber immer sehr kleine Widerstände und um gewaltige Geschwindigkeiten handle.

Einige dieser Voraussagungen habe ich experimentell an drei Metallen verifizieren können, nämlich am Kupfer, Zinn und Wismut. Die entsprechenden spezifischen Widerstände sind 1, 8, 80. — Die Methode zur Erzeugung des Feldes mit Hilfe von Duddellströmen ist dieselbe, welche ich in einer früheren Arbeit[1]) mitgeteilt habe. Einer kleinen Spule, durch welche Duddellströme fließen, welche mittels der an anderer Stelle[2]) von mir angegebenen Kunstgriffe sinusförmig gemacht werden, stelle ich nämlich einen Stromkreis gegenüber, welcher gebildet wird aus einer Spule von der Selbstinduktion L_2, einem Kondensator von der Kapazität C_2 und einem Ohmschen Widerstand r_2, und welcher eine Eigenperiode hat gleich derjenigen der induzierenden Ströme. — Man erhält dann eine Phasenverschiebung von 90° zwischen den induzierenden und den induzierten Strömen, welche so zur Erzeugung des Feldes dienen. Das Feld wird mittels einer Braunschen Röhre untersucht.

In der Praxis begegnete ich manchen Unzuträglichkeiten. Dieselben rühren zum Teil her von den Verzerrungen, welche die in der Braunschen Röhre abgebildete Kurve während der minimalen, aber unvermeidlichen Tonschwankungen des Lichtbogens erfährt; zum Teil von der Schwierigkeit, den Bogen in Schwingung zu erhalten, wenn die induzierten Ströme intensiv sind und die Periode des induzierten Systems sehr nahe an diejenige der induzierenden Ströme herankommt; und endlich von der unvollkommenen Sinusform der Ströme.

Aus all diesen Gründen mußte ich mich mit einem elliptischen Felde statt eines zirkularen begnügen. Das bringt keine Unzuträglichkeiten mit sich, denn ersteres kann man zerlegen in ein zirkulares und ein rektilineares Feld. Ich mußte ferner statt eines einzigen Bogens zwei in Serie geschaltete verwenden. Endlich mußte ich für sehr hohe Frequenzen, wo die Ströme sich weiter von der Sinusform entfernen, auf die relative Messung des Feldes mittels der in der Braunschen Röhre erhaltenen Kurve verzichten. Die relativen Resultate für die Vergleichung verschiedener Metalle für jede Frequenz bleiben dabei zuverlässig. Um jedoch feststellen zu können, wieweit bei nichtelliptischen Feldern die Messungen an verschiedenen Metallen und für eine und dieselbe Frequenz reichen, muß man sich die wahre Form der Duddellströme gegenwärtig halten, wie ich sie in einer früheren Arbeit festgestellt habe. Es handelt sich dabei um eine Sinusoide, und zwar wird eine Halbwelle durch eine geradlinige Strecke abgestumpft und verlängert, bis die mitgeführte Elektrizitätsmenge

1) Corbino, Sulla produzione di campi rotanti per mezzo di correnti di scarica sinusoidali o smorzate. — Atti Assoc. Elettrot. Ital., Dez. 1903. — Cim. **7**, 1904.

2) Corbino, Sul mecanismo di produzione delle correnti di Duddell. — Atti Assoc. Elettrot. Ital., Okt. 1903.

gleich wird der von der ungestörten Halbwelle mitgeführten. Diese Kurve gestattet eine Berechnung der verschiedenen Oberschwingungen der entsprechenden Fourierschen Reihe, sofern die Amplitude a der Sinusoide und die der Abstumpfung entsprechende Koordinate b gegeben sind.

Für den Fall $a = 5$ und $b = 4$, wo die effektive Periode im Verhältnis $K = 1{,}034$ größer ist als die der Sinusoide, habe ich die sechs ersten harmonischen Partialschwingungen berechnen können und folgendes Resultat erhalten:

	1	2	3	4	5	6
Amplitude:	4,27	1,49	0,43	0,65	0,06	0,43
Entsprechende Energie:	18,21	2,21	0,186	0,415	0,004	0,182.

Die gesamte Energie, in derselben willkürlichen Einheit gemessen, beträgt 22. Es transportiert also die erste Partialschwingung $\frac{18{,}21}{22}$ der gesamten Energie.

Ganz anders wird die Sache für den induzierten Strom. Das System setzt nämlich den von den verschiedenen Partialschwingungen induzierten elektromotorischen Kräften einen verschiedenen Widerstand entgegen. Für die Grundschwingung reduzierte sich der Widerstand einfach auf den Ohmschen Widerstand. Dagegen gilt für die $m$te Partialschwingung der Ausdruck:

$$L_2 m\omega - \frac{1}{C_2 m\omega} = \left(m - \frac{1}{m}\right) L_2\omega .$$

Hier ist ω der Takt der Grundschwingung. Da $r_2 = 0{,}5$ Ohm und $L_2 = 0{,}8$ Millihenry war, so ergab sich für $\omega = 2\pi \cdot 3000$ ein Verhältnis der Amplituden der aufeinanderfolgenden Partialschwingungen des induzierten Stromes von $954 : 13 : 3 : 4 : 0{,}4 : 2{,}4$; und ein solches der entsprechenden Energien von $1000000 : 271 : 10 : 17{,}6 : 0{,}17 : 6{,}33$. Hieraus ergibt sich, daß der induzierte Strom fast vollkommen frei ist von höheren Oberschwingungen, da diese nur eine unbedeutende Energie besitzen. — Weit wichtiger ist die Betrachtung der Phasen. Während für die Grundschwingung der scheinbare Widerstand mit dem Ohmschen identisch ist, und somit der Strom in Phase ist mit der elektromotorischen Kraft $M\frac{di_1}{dt}$ und senkrecht zur Grundschwingung i_1 des induzierenden Stromes, so wird für die folgenden Partialschwingungen der induktive Widerstand $mL_2\omega - \frac{1}{C_2 m\omega}$ sehr groß gegen den Ohmschen, und es wird daher der Strom senkrecht zur induzierten elektromotorischen Kraft und somit in Phase mit der entsprechenden Schwingung des induzierenden Stromes. Daraus folgt, daß nur die Grundschwingung des zweiten Systems mit der entsprechenden des ersten ein Drehfeld geben wird, daß dagegen die übrigen Komponenten nicht nur sehr schwach sein werden, sondern außerdem ein geradlinig oszillierendes Feld liefern werden. — Es läßt sich beweisen, daß auch für den Fall, daß die Eigenperiode des zweiten Systems nicht genau gleich derjenigen des induzierenden Stromes ist, doch das resultierende Feld sich zurückführen läßt auf ein zirkulares Feld und auf ein rektilineares, welches keinerlei Einfluß hat auf das Kräftepaar, das an der rotierenden Kugel angreift, welches aber die mit der Braunschen Röhre erhaltene Kurve sogar beträchtlich verzerren kann. Das gilt auch noch für den Fall, daß die Form des Stromes zwar periodisch, aber ganz verschieden von der zugrunde gelegten ist. — Aus diesem Grunde habe ich für hohe Frequenzen, wo ich in der Braunschen Röhre keine guten, ja in manchen Fällen nicht einmal mittelmäßige Ellipsen erhielt, es für gut gehalten, keine Messungen zur Bestimmung der Intensität des cirkularen Feldes anzustellen, und habe als zuverlässig nur die Resultate für die den verschiedenen Metallen bei derselben Kurve und derselben Frequenz entsprechenden Kräftepaare angenommen.

Die Versuche wurden folgendermaßen ausgeführt. Die beiden gleichen zur Erzeugung des Feldes dienenden Spulen wurden mit ihren Achsen horizontal und zueinander senkrecht angeordnet. Im Kreuzungspunkt der Achsen und gleichweit von beiden Spulen entfernt, konnte ich entweder die Braunsche Röhre in vertikaler Lage oder eine Metallkugel von 2,05 cm Durchmesser anbringen, welche an einem 0,5 mm dicken Messingdraht hing. An dem Draht war ein kleiner Spiegel befestigt, welcher zur Messung der Ablenkungen diente, denen die Torsion des Drahtes entgegenwirkt. Die Kugeln hatten alle denselben Durchmesser, waren vollkommen massiv und trugen zwei Ebonitkappen, welche einander diametral gegenüber mit Mastix aufgekittet waren. An der einen Kappe war das Aufhängehäkchen befestigt, an der anderen ein Metalldraht, welcher am unteren Ende ein Glasplättchen trug. Dieses tauchte in ein Gefäß mit Wasser und wirkte als Dämpfer. Jede Kugel hatte ihr eigenes Häkchen und ihren eigenen Dämpfer, so daß die Auswechselung einer Kugel durch eine andere sehr schnell erfolgen konnte. Ich wählte zu Anfang die Konstanten des Stromkreises so, daß die mit der Braunschen Röhre gewonnene Kurve eine gewisse Fläche einnahm. Dann verkürzte ich fortgesetzt langsam die beiden Lichtbogen, und dabei wurde die Kurve regelmäßiger und näherte sich der elliptischen Form, während die Tonhöhe anstieg, bis in dem Augenblick, wo die Bogen erloschen, die Tonhöhe einen Grenzwert erreichte und die

Kurve eine wohlbestimmte Form annahm. War ich nicht weit von der elliptischen Form entfernt, so nahm ich mit Hilfe eines total reflektierenden Prismas und eines Fernrohrs mit Okularmikrometer eine Messung der kleineren Achse vor. Dann ersetzte ich die Röhre durch die erste Kugel, bestimmte deren Ruhelage, setzte dann die Lichtbogen wieder in Tätigkeit und verkürzte sie langsam fortschreitend ganz wie vorher. Die Ablenkung der Kugel folgte den Änderungen des Tones fast aperiodisch, und wenn der Grenzwert der Tonhöhe erreicht wurde, kurz vor dem Versagen des Tones, nahm sie einen bestimmten Wert an, der sich bei mehrfacher Wiederholung des Versuches fast gleichblieb. — Ich ging dann zu anderen Kugeln über und kehrte schließlich zu der ersten zurück, um mich zu vergewissern, ob während der Versuchsreihe irgendeine Veränderung aufgetreten sei. Das gleiche Verfahren wiederholte ich für alle sechs angewendeten Frequenzen von 500, 900, 2280, 2900, 4900 und 6100 Touren des Feldes in der Sekunde. — Nur für die drei ersten Frequenzen ließ sich die Messung des Feldes ausführen, und daher konnten nur für diese die Werte der Kräftepaare auf gleiche Werte des Feldes reduziert werden. Es sind also in der folgenden Tabelle in den drei ersten Kolumnen alle Werte vergleichbar, und in den drei letzten nur die in einer Vertikalen stehenden. Ich mußte überdies für die beiden unteren Frequenzen sämtliche vorhandenen Kapazitäten und Selbstinduktionen in einem einzigen Stromkreis anordnen. Ich zog es daher vor, die beiden Spulen in Serie von einfachen Duddellströmen durchlaufen zu lassen, welche wegen des großen Gesamtwertes der Induktanz vollkommen sinusförmig waren, und von den Polen einer der beiden Spulen einen Ohmschen Widerstand abzuzweigen, welcher zur Erzeugung der Phasendifferenz zwischen den beiden Feldern ausreichte. Mit dieser Anordnung erhielt ich vorzügliche Ellipsen.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefaßt:

	500	900	2280	2900	4900	6100
Kupfer . . .	30	20	16	30	30	30
Zinn	17	24	21,8	16	80	54
Wismut . . .	1	2	3,8	12	40	45

— Wie aus der Tabelle ersichtlich, werden die vorausgesagten Resultate bestätigt. Während bei 500 Touren das am Kupfer erzeugte Kräftepaar überwiegt, ist bei 900 Touren das am Zinn angreifende größer, und bei 4900 Touren wird das Kupfer in bezug auf den Wert des Kräftepaares vom Wismut übertroffen, welches einen etwa 80mal größeren Widerstand hat. Die drei ersten Kolumnen, in denen allein auch die auf einer Horizontalen angeordneten Zahlen vergleichbar sind, zeigen ferner, daß das dem Kupfer zukommende Kräftepaar unterhalb 900 Touren abzunehmen beginnt; dasjenige des Zinns hat sein Maximum in einem Felde von einer Frequenz zwischen 500 und 2280 Touren, während in einem solchen Felde das Kräftepaar für das Wismut noch beständig wächst.

Man beachte, daß auch bei einer Geschwindigkeit von 6100 Touren das Kräftepaar nicht nur nicht proportional dem Widerstande ist, sondern auch nicht einmal immer mit demselben wächst. Wir sind also noch recht weit entfernt von den Verhältnissen, wie sie die für große Geschwindigkeiten gültige Formel von Hertz vorsieht.

Durch einen direkten Versuch konnte ich mich davon überzeugen, daß eine Änderung des Feldes eine merkliche Änderung der Kurve hervorbringen und dabei die relativen Werte der Kräftepaare für verschiedene Metalle ungeändert lassen kann. Für eine Vergleichung der letzteren ist es daher nur erforderlich, daß die Kurve während der Auswechselung der verschiedenen Kugeln ihre Form unverändert beibehält. Man könnte auch die Werte der fünften Kolumne (4900 Touren) mit denen der drei ersten vergleichen, wenn man beachtet, daß nach dem aus der Theorie von Hertz abgeleiteten Gesetz, nach welchem das Kräftepaar allein von dem Verhältnis $\frac{\omega}{x}$ abhängt, das dem Zinn bei 500 Touren zukommende Kräftepaar ungefähr gleich demjenigen des Wismut bei 4900 Touren sein muß. Auf diese Weise findet man für die Zahlen dieser Kolumne: Kupfer 12, Zinn 34, Wismut 17, und man kann daraus ableiten, daß das Kräftepaar des Zinns dem des Kupfers bei 500 Touren so sehr nahe kommt, wie dies bei dem Verhältnis der Widerstände dieser Metalle der Fall sein muß.

Hierdurch wird also das oben angeführte Gesetz bestätigt.

Man kann schließlich behaupten, daß die Erscheinungen in ihren Hauptzügen gemäß den Forderungen der Theorie verlaufen. Die quantitativen Vorherbestimmungen versagen, und überdies lassen sich, wenigstens für sehr hohe Frequenzen, die Feldstärken der Duddellströme nicht messen. — Es wäre jedenfalls wünschenswert, daß diese Untersuchungen, welche für mich bei meiner Erzeugungsweise der Wechselströme sehr mühsam waren, weiter ausgedehnt und vervollständigt würden mit neuen Apparaten zur Erzeugung von Sinusströmen hoher Frequenz.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 3. März 1905.)

Über einen einfachen Kondensator mit veränderlicher Kapazität für Abstimmungsversuche.

Von Johs. J. C. Müller.

Die Herstellung eines Wellenmessers von Franke-Dönitz bietet nicht unerhebliche Schwierigkeiten insbesondere in Rücksicht auf eine sorgfältige Befestigung und Einstellung der Kondensatorplatten. Um für Demonstrationen einen einfacheren Kondensator mit variabler Kapazität zu haben, benutze ich als Dielektrikum Glas. Der Kondensator besteht aus 15 rechteckigen Glasplatten mit den Seiten 13 cm und 18 cm (Fig. 1). Zwischen zwei aufeinanderfolgenden

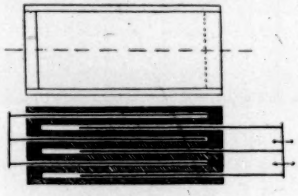

Fig. 1.

Platten liegen an den beiden längeren Seiten und abwechselnd an der einen und an der anderen kürzeren Seite Glasstreifen von etwa 12 mm Breite. Alle Platten werden vor dem Zusammensetzen sorgfältig über einer Flamme oder in einem Trockenofen getrocknet und im warmen Zustande am Rande in einem 12 mm breiten Streifen mit etwas dicker Schellacklösung bestrichen. Nachdem der Anstrich trocken geworden ist, werden die gleichfalls angewärmten Glasstreifen mit derselben Schellacklösung bestrichen und auf die Seiten der Platte fest aufgedrückt. Auf diese drei Streifen wird wiederum Schellacklösung gebracht, dann auf diese eine zweite angewärmte Glasplatte. Auf dieser werden wiederum drei Glasstreifen mit Schellack befestigt, wobei jedoch jetzt die andere kürzere Seite frei gelassen wird. In solcher Weise setze ich den ganzen Glaskörper zusammen, in welchen nun von zwei gegenüberliegenden Seiten die Belegungen eingeschoben werden können. Hierzu dienen rechteckige Platten (10 × 18 cm) aus Zinkblech von etwa 1 mm Dicke. Auf der einen Seite werden sieben Platten fest eingeschoben, und sie sind am freien Ende unter sich durch eine Schraube mit mehreren Muttern verbunden, von denen jede zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zinkplatten liegt. Die andere Belegung besteht aus der gleichen Anzahl von Zinkblechplatten, die in derselben Weise wie vorher unter sich verbunden sind und mittels eines Griffes aus Hartgummi zwischen die Glasplatten und damit zwischen die Platten der ersten Belegung geschoben werden können.

Die Verwendung des vorher beschriebenen Kondensators geschieht in der folgenden Weise. Der primäre Schwingungskreis (Fig. 2) besteht aus der

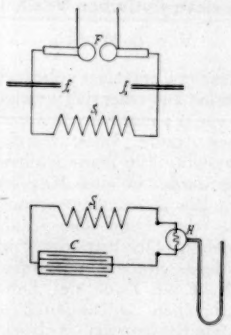

Fig. 2.

Funkenstrecke F, den beiden Leydener Flaschen f_1 und f_2 und der Spule S_1, mit sechs Windungen aus Kupferdraht von 2 mm Durchmesser. Zu beiden Seiten der Funkenstrecke befindet sich eine Leydener Flasche. Der Durchmesser der Windungen der Spule ist 110 mm. Der Kupferdraht ist mit einer 1 mm starken Guttaperchaschicht isoliert. Die Leydener Flaschen haben bei einer Höhe von 164 mm den Durchmesser 80 mm; die Höhe der Belegung ist 100 mm. Die Flaschen stehen auf kleinen Tischchen mit Hartgummiplatte und mit Füßen aus 3 cm hohen und 2 cm dicken Hartgummistäben. Im sekundären Schwingungskreise sind die Spule S_2, der vorhin beschriebene Kondensator und ein dem Rießschen Luftthermometer ähnliches Instrument in Reihe geschaltet. Die Spule S_2 ist auswechselbar; für die Versuche habe ich Spulen mit 3, 4, 5, 6 und 8 Windungen hergestellt. Die Windungsebenen der beiden Spulen S_1 und S_2 werden einander parallel aufgestellt im Abstande von etwa 15—20 cm. Sobald die Schwingungen im primären Kreise erzeugt sind, wird die Kapazität des Kondensators so lange geändert, bis das Luftthermometer ein Maximum der Stromstärke im Hitzdrahte anzeigt. Man kann dann leicht zeigen, daß bei einer Vergrößerung oder Verkleinerung der Kapazität die Stromstärke im sekundären Kreise abnimmt. Ist für eine Spule der Kondensator auf größte Stromstärke im Hitzdrahte eingestellt, so ergibt bei derselben Einstellung eine Spule mit größerer oder kleinerer Windungszahl eine geringere

oder fast gar keine Wärmeentwicklung im sekundären Kreise.

Elektrotechn. Laboratorium der höheren Maschinenbauschule in Bremen.

(Eingegangen 24. Februar 1905.)

Über den elektrolytischen Wellendetektor.

Von B. Macku.

Der zu meinen Versuchen gebrauchte Wellendetektor bestand aus einer ringförmigen Kathode (Platindraht von 0,4 mm Durchmesser) und einer punktförmigen Anode. Diese wurde folgendermassen hergestellt. Ein Platindraht von 0,1 mm Durchmesser wurde in eine Kapillarröhre eingeschmolzen. Die zusammengeschmolzene Stelle wurde stark erhitzt und die Kapillare dann rasch ausgedehnt. Der Platindraht wurde dabei in zwei in feine Spitzen auslaufende Stücke zerrissen. Nahe am Ende des Drahtes wurde das Glas zerbrochen und nochmals erhitzt. Es bildete sich ein Glastropfen, welcher sich langsam zusammenzieht, bis seine Oberfläche von der Platinspitze durchgestochen wird. Diesen Augenblick bemerkt man sehr gut dadurch, daß die Platinspitze stark zu leuchten beginnt. — Als Elektrolyt wurden Lösungen von Schwefelsäure in Wasser von verschiedener Konzentration benutzt. Man bekommt aber auch einen ganz gut gegen die elektrischen Wellen reagierenden Detektor, wenn man die Platinelektroden in irgendeinen festen Elektrolyt einschmilzt.

Die Polarisation des Detektors.

Was die Abhängigkeit der Stromintensität von der wirksamen elektromotorischen Kraft betrifft, so bekommt man die bekannte[1]) Form der Kurve (die voll ausgezogene Kurve der Fig. 1). Aus den bekannten Zersetzungspunkten[2]) für H_2SO_4 habe ich wegen der Kleinheit der Anode aber nur 1,95 und 2,63 Volt bekommen, außerdem aber noch höhere Werte, 3,4 und 4,4 Volt. Es kommt aber auch nicht selten vor, daß man statt des langsamen kontinuierlichen Übergehens von einer elektromotorischen Gegenkraft zu der anderen Sprünge bekommt, wie z. B. die nach einer Beobachtung gezeichnete Fig. 2 zeigt.

Sehr interessant waren nun die Beobachtungen, welche ich an einer sehr verdünnten Lösung mit nur einer Spur von H_2SO_4 gemacht habe. Es hat sich nämlich gezeigt, daß sich dann die Stromintensität bei unveränderter elektromotorischer Kraft ändert und zwar periodisch. Daß es sich hier kaum um die mechanische Abreißung der Gasbläschen an der Anode handeln kann, zeigt die komplizierte und doch

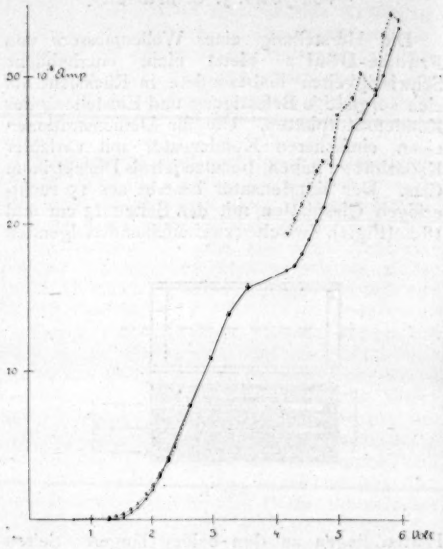

Fig. 1.

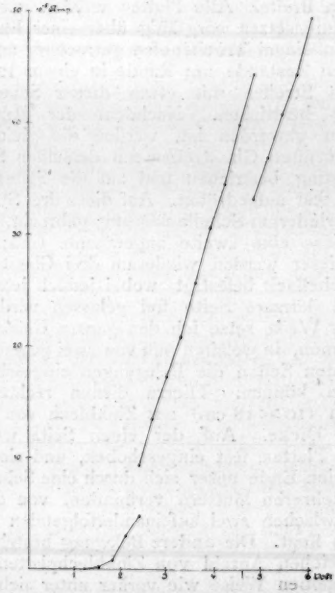

Fig. 2.

1) E. Bose, Zeitschr. f. Elektroch. **5**, 153, 1899.
2) M. Le Blanc, Lehrb. d. Elektroch., III. Aufl., S. 264.

so regelmäßige Fig. 3 [1]), welche aus einer langen Beobachtung (je nach $^1/_2$ Minute) hergestellt

1) Die horizontalen Geraden entsprechen in der Fig. 3 den Intensitäten von 106, 216, 281 Mikroampère, in der Fig. 4 den Intensitäten von 17,2, 34,4, 44,7 Mikroampère. Die Vertikalen geben die Zeit nach 5 Minuten an.

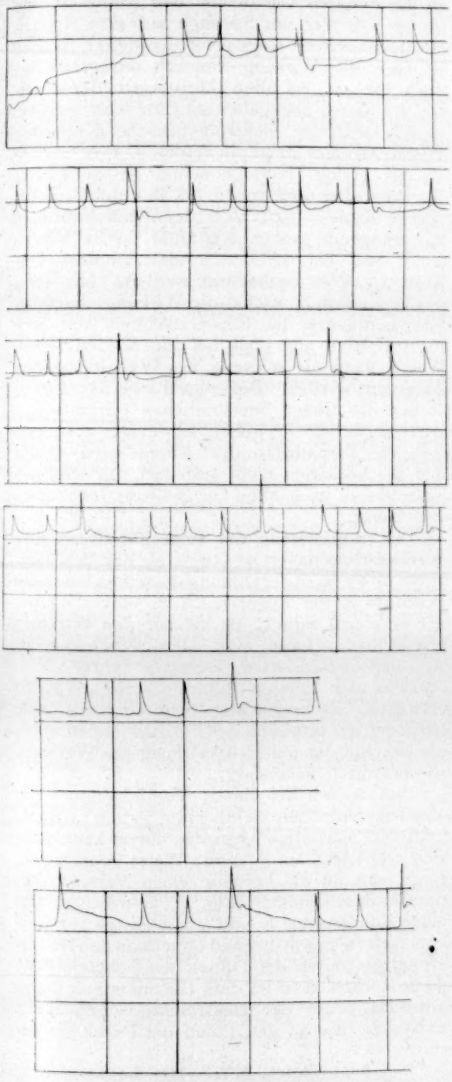

Fig. 3.

(Bei der Reproduktion ist der Maßstab für die vorletzte und letzte Partie irrtümlich vergrößert worden.)

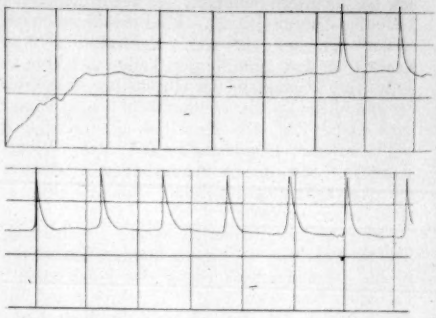

Fig. 4.

wurde. Auffallend sind hier die zwei Perioden (die kleinere von 3,4 Min. und die größere von 6,05 Min. im Mittel) und die Abnahme der Anzahl der kleineren Intervalle mit der Zeit (zwischen den zwei letzten Stücken der Kurve wurde eine Pause von 45 Minuten gemacht). Die andere Tatsache, welche nicht für das Abreißen von Gasbläschen hinweist, ist die Unabhängigkeit der Periode von der Intensität. Die Kurve in der Fig. 4 wurde bei 3,09 Volt und etwa achtmal kleinerer Intensität bei sonst unveränderten Verhältnissen bekommen. Die Periode dieser Kurve (6,1 Min. im Mittel) stimmt vollkommen mit der größeren Periode der früheren Kurve überein. Die Einschaltung eines kleinen Induktoriums in den Stromkreis zur Vergrößerung der Selbstinduktion im Stromkreise oder die Anlegung einer Kapazität von 1 Mikrofarad änderte am Verlaufe der Änderungen gar nichts. Dieses und die komplizierte Periode zeigt, daß diese Änderungen nicht mit denjenigen des Wehnelt-Unterbrechers identisch sind.

Durch direkte Beobachtung der Elektroden wurde zwar eine Ausbildung eines Gasbläschens bei der Schließung des Stromkreises an der Anode bemerkt, dieses haftet aber während des ganzen Ganges des Versuches an der Spitze fest. Kleine mechanische Erschütterungen des Detektors änderten die Periode nicht.

Diese Veränderungen sind auch bei größeren Konzentrationen bemerkbar, sie verlaufen dann aber so schnell, daß man ihren Verlauf ohne automatische Registrierung nicht feststellen kann. Durch die Zeitbestimmung der nacheinander folgenden Sprünge habe ich die Periode bei der Konzentration 0,004% H_2SO_4 bei 2,47 Volt zu 36 Sek. bestimmt.

Aus mehreren Beobachtungen geht hervor, daß solche Änderungen immer dann eintreten, wenn nach dem Schließen des Stromkreises die Intensität des Stromes mit der Zeit nicht abnimmt (wie es bei der Polarisation gewöhn-

lich ist), sondern zunimmt (s. auch die ersten Teile der Kurven 3 u. 4). Und dieses geschieht immer nur bei größeren elektromotorischen Kräften (an dem geradlinigen Teile der Kurve 1). Tritt eine Zunahme der Intensität nach der Stromschließung ein, so beobachtet man immer nach einiger Zeit die schon bei allen Kohärern wohlbekannte „Unbeständigkeit des Widerstandes". Mit diesen Änderungen sind aber die dauerhaften Sprünge der Intensität (Fig. 2) nicht zu verwechseln.

Eine andere bemerkenswerte Erscheinung bei der Polarisation von so kleinen Elektroden ist die „Aufeinanderlagerung der Polarisation". Polarisiert man nämlich den Detektor zuerst mit einem Strom, der von der punktförmigen Elektrode zu der ringförmigen geht und dann mit einem umgekehrten, und schließt man dann den Detektor mit Ausschließung der äußeren elektromotorischen Kraft mit einem Galvanometer in einen Kreis, so beobachtet man zuerst einen Strom, der der letzten Polarisation entspricht, zeitlich geht er aber über Null zu einem von umgekehrter Richtung — es kommt die erste Polarisation vor.[1])

Wirkung des Wechselstromes.

Der Detektor, gleichviel ob als Elektrolyt die Lösung von H_2SO_4 oder ein fester Elektrolyt angewendet wurde, hat sich als wirksam gegen die elektrischen Wellen erwiesen, und zwar hat sich die Stromstärke durch ihre Wirkung vergrößert. Um sich von den störenden und unbekannten Unregelmäßigkeiten der Entladung eines Induktoriums frei zu machen, habe ich lieber als wirksame Quelle der oszillatorischen Ströme einen Kondensator gewählt, der durch den Stadtstrom (ein Wechselstrom von 110 Volt und 50 Umdrehungen) gespeist wurde. Unter verschiedenen geprüften Anordnungen habe ich als die geeignetste diese gewählt: In die Hauptleitung wurde ein Rheostat von 30000 Ohm Widerstand geschaltet und von diesem wurde eine Stelle mit der einen Belegung eines veränderlichen Kondensators leitend verbunden, eine andere mit der punktförmigen Anode. Die zweite Belegung des Kondensators wurde mit einer Hilfsplatin-Elektrode, die seitlich in dem Gefäß des Detektors angebracht wurde und zur Ladung desselben diente, leitend verbunden.

Was die Abhängigkeit der Wirkung von der wirksamen elektromotorischen Kraft betrifft, so ist dieselbe aus der Kurve Fig. 1 ersichtlich. Die voll ausgezogene Kurve gibt die Stromintensität ohne, die punktierte mit der Wirkung des Wechselstromes an. Eine bedeutende Wirkung tritt in der Partie der Kurve, wo sich diese nach oben zu wenden beginnt, d. h. in der Nähe des Zersetzungspunktes[1]), ein (trotzdem ist aber die prozentuelle Änderung der Intensität größer bei niedrigeren elektromotorischen Kräften.[2]) In der ersten geraden Partie ist die Wirkung sehr klein. In der zweiten geraden Partie ist die punktierte Kurve zum Anfang fast parallel zu der früheren (sie macht den Eindruck, als ob es sich hier um Sprünge auf eine andere elektromotorische Gegenkraft handelte), weiter ist aber die Wirkung ziemlich unregelmäßig, doch hat sie bei allen Messungen denselben (an der Kurve angegebenen) Charakter gehabt.

Mit steigender elektromotorischer Kraft des Wechselstromes steigt die Wirkung, aber rascher als die gerade Proportionalität geben würde. Sie kann aber doch schon bei der elektromotorischen Kraft = 0,01 Volt des Wechselstromes bei genügend großer Kapazität (= 1 Mikrofarad) und der wirksamen elektromotorischen Kraft 1,5 Volt beobachtet werden. Mit steigender Kapazität wächst die Wirkung ebenfalls. Ebenso wächst die Empfindlichkeit mit der Konzentration, aber auch bei reinem destillierten Wasser kann die Wirkung des Wechselstromes konstatiert werden. Diejenige Partie der Kurve, in der die früher beschriebenen periodischen Änderungen vor sich gehen, ist weniger empfindlich, die Periodizität der Kurve wird durch den Wechselstrom nicht geändert, nur wird die ganze Kurve nach oben (zu größerer Intensität) verschoben.

Die Vergrößerung der Intensität durch den Wechselstrom dauert so lange, als der Wechselstrom wirkt. Nach der Öffnung desselben kehrt die Intensität in der Regel rasch zu einem niedrigerem Werte zurück, als sie vor der Wirkung gehabt hat. Läßt man den Wechselstrom auf den polarisierten Detektor unter Ausschaltung der äußeren elektromotorischen Kraft einwirken, so beobachtet man ebenfalls eine Erhöhung der Intensität des Polarisationsstromes, die während der weiteren Wirkung des Wechselstromes rasch herabsinkt.

Daß es sich bei diesen Vorgängen um die Verkleinerung der elektromotorischen Gegenkraft der Polarisation[3]) handelt, davon kann man sich sehr leicht auf folgende Weise überzeugen. Legt man an die Leitung einen Nebenschluß parallel dem Detektor (Fig. 5), in welchen man einen Kondensator K und ein ballistisches Galvanometer G einschaltet und öffnet man den Hauptstromkreis (durch das Öffnen des Schlüssels S), so beobachtet man an dem Galvanometer einen Ausschlag, der der elektromotorischen Kraft entspricht, die an den Polen des Detektors in-

1) Vgl. E. Bose, Zeitschr. f. phys. Chemie **38**, 1, 1901.

1) W. Schloemilch, E. T. Z., 1903, S. 959.

2) V. Rothmund u. A. Lessing, Ann. d. Phys. **15**, 193, 1904.

3) V. Rothmund u. A. Lessing, l. c., M. Reich, diese Zeitschr. **5**, 338, 1904.

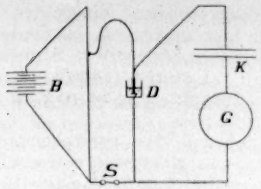

Fig. 5.

folge seines Widerstandes bestand. Wirkt dann eine elektrische Welle an den Detektor, so lädt sich der Kondensator weiter aus, d. h. die elektromotorische Kraft der Polarisation an den Polen des Detektors hat abgenommen.

Brünn, Physikalisches Institut der böhm. technischen Hochschule.

(Eingegangen 23. Februar 1905.)

Messungen der luftelektrischen Zerstreuung während der ringförmigen Sonnenfinsternis am 17. März 1904.

Von W. van Bemmelen.

Die Messungen der Zerstreuung von Elster in Algier am 28. Mai 1900 und von Figee in Sumatra am 18. Mai 1901 haben in bezug auf einen etwaigen Einfluß einer Sonnenfinsternis auf die Leitfähigkeit der atmosphärischen Luft einander widersprechende Resultate gegeben.

Elster fand eine Zunahme, Figee eine Abnahme, nachdem der Schattenkegel den Beobachtungsort passiert hatte[1]); neue Beobachtungen waren also erwünscht. Die erste Gelegenheit, welche sich bot, die ringförmige Finsternis am 17. März 1904, konnte ich benutzen, da ich mich zu jener Zeit in Atjeh aufhielt und die Finsternis in Sabang zentral war.

Die Beobachtungen sind in der jetzt üblichen Weise mit dem Zerstreuungsapparat nach Elster und Geitel (Günther & Tegetmeyer Nr. 1187) angestellt. Der Beobachtungsort war Sabang ($\varphi = 5^0\,33'\ N$, $\lambda = 95^0\,18'\ E$). Der Apparat war unter einem Sonnenschirme auf genügend offenem Terrain, I 30 VI oberhalb der Bai aufgestellt; der Schutzcylinder mit dem Deckel war angebracht.

Das Wetter war ungestört; Cumuli trieben aus *NE* am sonst klaren Himmel; der Wind war sehr mäßig und legte sich während der Finsternis.

Die Kontaktzeiten waren:

I	10^h	4^m	$26'$
II	0	0	24
III	0	8	31
IV	2	4	26

1) Vgl. diese Zeitschr. **5**, 803, 1904.

Temperaturbeobachtungen ergaben

11^h	9^m	30,0°C.	12^h	29^m	28,0°C.	2^h	6^m	29,6°C.
	14	29,4		34	28,4		14	30,0
	24	29,2		39	28,4		19	30,5
	29	28,9		53	28,5		24	29,3
	34	28,7		58	29,0		29	29,5
	39	28,4	I	4	29,0		35	29,0
	44	28,2		10	29,3		44	30,0
	49	28,1		15	29,8		49	30,3
	54	28,0		19	29,9		54	30,0
	59	27,5		24	29,9		59	29,9
12	1	27,4		29	29,9	3	4	29,7
	3	27,4		34	30,0		19	29,5
	4	27,5		39	30,7		24	29,5
	9	27,5		45	31,0		29	29,0
	14	27,3		50	30,4		39	29,0
	19	27,5		55	30,5		49	29,0
	24	27,8		59	30,0			

Die Resultate der Zerstreuungsmessungen folgen hier in üblicher Form.

Mittelzeit	Zeitdauer in Min.	Ladung Anfang	Ende	$a+$	$a-$	$9-\frac{a+}{a-}$
$7^h\,50^m$	*a* 28	205	144	1,6		
8 14	$15^3/_4$	—201	—162		2,5	0,72
47	15	204	171	2,0		0,70
9 19	15	—203	—160		3,2	0,86
35	15	186	144	3,5		1,08
50	15	—203	—159		3,3	0,97
10 18	15	199	159	2,9		0,83
34	$15^3/_4$	—188	—144		3,7	0,89
50	15	197	151	3,7		1,03
11 5	15	—199	—154		3,5	1,01
22	$16^1/_2$	198	152	3,2		0,89
38	15	—200	—157		3,7	0,81
57	15	201	162	2,8		0,76
12 12	$15^1/_3$	—200	—154		3,7	0,84
28	15	194	150	3,4		0,87
45	15	—197	—148		4,1	0,87
1 4	$15^1/_4$	194	148	3,7		0,93
20	15	—194	—147		3,9	0,90
52	15	192	150	3,3		0,74
2 8	15	—194	—143		5,0	0,79
26	16	191	144	4,6		0,96
43	15	—194	—149		4,6	0,99
3 26	15	192	151	4,5		0,98
43	15	—190	—144		4,6	

Die ausgesprochene Steigerung in den Zahlen ist wohl als die normale tägliche Schwankung zu betrachten, da sie völlig übereinstimmt mit den Mittelzahlen, welche aus den im Jahre 1901 zu Batavia angestellten Beobachtungen berechnet sind. Zu messen:

Zeit	6—9	9—11	11*a*—1*p*	1—3	3—5	5—7
$a+$	1,36	3,67	4,14	4,80	2,32	1,80
$a-$	1,76	3,79	4,15	5,05	2,78	2,57

Ein Effekt der Sonnenfinsternis läßt sich aus den Zahlen nicht nachweisen und daß ein solcher Effekt ausblieb, weil die Verfinsterung

nicht total war, ist unwahrscheinlich, da nicht weniger als 86 Proz. der Sonnenscheibe während der acht Minuten der Annularität bedeckt waren.

Batavia, 9. Februar 1905.

(Eingegangen 11. März 1905.)

Das Verhältnis zwischen elektrischer und Gravitationskraft.[1]

Von Bergen Davis.[2]

Die Natur der meisten Anziehung ist für den Physiker von höchstem Interesse. Seit den Zeiten eines Newton, der das Gravitationsgesetz und seine universelle Gültigkeit auffand, hat unsere Kenntnis von dem Mechanismus dieser Kraft kaum eine Erweiterung erfahren.

Die neueren Fortschritte der physikalischen Wissenschaft haben unsere Kenntnis der Materie ausgedehnt auf deren letzte Zusammensetzung. Die Hypothese der Elektronen-Konstitution der Materie ist nunmehr wohl begründet. Diese Materie, welche Massenanziehung aufweist, ist wahrscheinlich eine Anhäufung von Elektronen, welche ihrerseits elektrische Kräfte aufweisen. Die vorliegende Abhandlung bildet einen Versuch, die wahrscheinlichste Beziehung zwischen diesen beiden Kräften nachzuweisen, welche zwischen Massen in zwei Kombinationen wirken.

Das Verhältnis zwischen den elektrischen Kräften zweier Elektronen und ihrer Massenanziehung kann man aus den wahrscheinlichsten Werten für das Verhältnis der Ladung eines Elektrons zu seiner Masse finden.

Die Gravitationskraft zwischen zwei Massen, m m, ist

$$F = k\frac{m^2}{r^2}, \qquad (1)$$

wo k die Gravitationskonstante ist.

Die elektrische Kraft zwischen zwei Ladungen, e e, ist

$$f = \frac{1}{K}\frac{e^2}{r^2}, \qquad (2)$$

wo K die Dielektrizitätskonstante des Äthers im elektromagnetischen Maßsystem ist.

Das Verhältnis zwischen Ladung und Masse eines Elektrons ist von einer Anzahl von Physikern gemessen worden. Einige der erhaltenen Werte seien hier angegeben. Es fanden: Kaufmann (1898): $1{,}86 \times 10^7$; Simon (1899): $1{,}865 \times 10^7$; Lenard (1899): $1{,}15 \times 10^7$; Wiechert (1899): $1{,}42 \times 10^7$; Kaufmann (1901): $1{,}31 \times 10^7$.

Das Mittel aus den vorstehenden Werten ist $e/m = 1{,}52 \times 10^7$ elektromagnetische Einheiten.

In neuerer Zeit hat A. Wehnelt eine Neubestimmung dieses Verhältnisses für Kathodenstrahlen von geringer Geschwindigkeit ausgeführt und als Durchschnitt aus einer Anzahl von Beobachtungen den Wert $e/m = 1{,}49 \times 10^7$ elektromagnetische Einheiten erhalten.

P. Drude[1]) gibt auf Grund der Betrachtung optischer Erscheinungen $e/m = 1{,}5 \times 10^7$ elektromagnetische Einheiten als wahrscheinlichsten Wert an.

Ich habe bei der vorliegenden Untersuchung $e/m = 1{,}52 \times 10^7$ als den wahrscheinlichsten Wert für eine zurzeit noch nicht genau bestimmte Naturkonstante angenommen.

Das Elektron führt eine Ladung mit sich, und die Materie ist nach unserer Kenntnis derselben hinsichtlich etwaiger Ladung neutral. Es wird die Annahme gemacht, daß im Atom das Elektron mit einem gleichen Betrag positiver Elektrizität verbunden ist. (Kelvin-Thomsonsches Atom.) Wenn diese positive Elektrizität Masse besitzt, so werden in Verbindung mit der einen Ladung der einen Art zwei Massen, je vom Betrage m, vorhanden sein, und es wird sein:

$$e/2m = 0{,}76 \times 10^7,$$

wo e die Elektrizitätsmenge jederart ist, welche mit zwei Massen verbunden ist, die jede den Betrag m haben.

Die Gravitationskraft zwischen den Massen ist

$$F = k\frac{(2m)^2}{r^2},$$

und die elektrische Kraft ist

$$f = \frac{1}{K}\frac{e^2}{r^2};$$

also ist ihr Verhältnis:

$$\frac{1}{kK}\left(\frac{e}{2m}\right)^2.$$

Die Gravitationskonstante k beträgt, im Gramm-Zentimeter-System gemessen,

$$6{,}673 \times 10^{-11},$$

und der Wert von K im elektromagnetischen System ist

$$K = (3 \times 10^{10})^{-2}.$$

Setzt man diese Werte ein, so erhält man

$$\frac{f}{F} = (3 \times 10^{10})^4.$$

Das heißt: das Verhältnis der elektrischen Kraft zwischen aller Elektrizität einer Art, welche

1) Vortrag auf der Versammlung der American Association for the Advancement of Science in Philadelphia.

2) Anmerkung der Redaktion: Die hiermit veröffentlichte Arbeit von Davis lag der Redaktion früher vor als die auf Seite 106 dieses Bandes erschienene Arbeit von V. Fischer, war jedoch, da es sich hier offenbar nur um eine zufällige Zahlenübereinstimmung handelt, zunächst abgelehnt worden. Nachdem aber nun von anderer Seite die gleiche Vermutung aufgestellt worden war, und somit eine Erörterung dieses Punktes wünschenswert erschien, geben wir nunmehr auch im Interesse der Unparteilichkeit die Davissche Publikation wieder. Zugleich erscheinen im folgenden zwei Kundgebungen gegen den von Davis und Fischer vermuteten Zusammenhang zwischen Gravitations- und elektrischer Masse.

1) Ann. d. Phys. **14**, 677, 1904.

mit einer gegebenen Masse verbunden ist, zu der Massenanziehung ist eine Zahl, welche der vierten Potenz der Lichtgeschwindigkeit in Zentimetern gleichkommt.

Dieses Verhältnis ist eine Zahl und hat keine Dimension. Es ist unabhängig von der Längeneinheit, und steht also wahrscheinlich nicht in Beziehung zu K, der Dielektrizitätskonstanten des Äthers. Denn obschon die Dimension von K unbekannt ist, so muß sie doch eine Länge enthalten.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 20. März 1904.)

Über das Verhältnis der Gravitationskonstante zur spezifischen Ladung des Elektrons.

Von E. v. Schweidler.

Von einer mir direkt leider nicht zugänglichen Arbeit des Herrn B. Davis [1)2)] findet sich in den Beiblättern zu den Annalen der Physik [3)] folgende Inhaltsangabe: „Der Verf. berechnet den Wert der Gravitationskonstante unter der Festsetzung, daß als Einheit der Masse die Quantität Materie angesehen werden soll, welche bei einem Elektron an die Einheit der Elektrizitätsmenge geknüpft ist. Er findet, daß diese neue Gravitationskonstante dem reziproken Quadrat (?) der Lichtgeschwindigkeit oder der dielektrischen Konstante des Äthers gleich wird. Er hält diese Übereinstimmung für keine zufällige."

Mit demselben Gegenstande beschäftigt sich eine Bemerkung des Herrn V. Fischer [4)]: Der reziproke Wert der Gravitationskonstante α des Newtonschen Gesetzes $P = \alpha \frac{mm'}{r^2}$ stimmt überein mit der spezifischen Ladung des Elektrons; es ist nämlich $1/\alpha = 1{,}5 \cdot 10^7$, während für e/m Werte zwischen 1,87 und $1{,}17 \cdot 10^7$ gefunden wurden. Der Verf. konstatiert diese merkwürdige Übereinstimmung, ohne vorläufig weitere Schlüsse hieraus zu ziehen.

Wie man sieht, liegt beiden Darstellungen die gleiche Tatsache zugrunde; denn da der Quotient $\frac{e/m}{1/\alpha}$ gleich 1 ist, falls e im elektromagnetischen Maßsystem gemessen wird, nimmt er den Wert $3 \cdot 10^{10}$ an, falls das elektrostatische Maßsystem zur Anwendung gelangt (wie das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit in die Formel kommt, ist mir in Ermangelung der Originalabhandlung nicht klar geworden).

1) B. Davis, Über eine vermutliche Relation zwischen der Gravitationskonstante und den Konstanten des Äthers; Science **29**, 928—929, 1904.
2) Vergl. die vorstehende Arbeit.
3) Beibl. **29**, 142, 1905.
4) V. Fischer, Eine Bemerkung über Gravitations- und elektrische Masse; diese Zeitschr. **6**, 106—107, 1905.

Daß die Gleichheit der Zahlenwerte, resp. die Übereinstimmung des Quotienten mit der Lichtgeschwindigkeit, nur eine rein zufällige sein kann, ergibt sich aus der Betrachtung der Dimensionen dieser Größen.

Es ist nämlich bei:

Gravitationskonstante α, Dim. $[m^{-1} l^3 t^{-2}]$; num. Wert $6{,}68 \cdot 10^{-8}$ g^{-1} cm^3 sec^{-2}.

Reziprokes $\varepsilon = 1/\alpha$, Dim. $[m\, l^{-3}\, t^2]$; num. Wert rund $1{,}5 \cdot 10^7$ g cm^{-3} sec^2.

Spezifische Ladung e/m (magn.), Dim. $[m^{-1/2} l^{1/2}]$; num. Wert rund $1{,}5 \cdot 10^7$ g$^{-1/2}$ cm$^{1/2}$.

Spezifische Ladung e/m (stat.), Dim. $[m^{-1/2} l^{1} t^{-1}]$; num. Wert rund $4{,}5 \cdot 10^{17}$ g$^{-1/2}$ cm$^{1/2}$ sec^{-1}.

Die numerische Gleichheit ($1{,}5 \cdot 10^7$) besteht also zwischen Größen verschiedener Dimension, sie würde nicht mehr bestehen, wenn statt Gramm, Zentimeter, Sekunde irgendwelche andere Grundeinheiten gewählt würden. Ebenso ist der Quotient $\frac{e/m\,(\text{stat.})}{\varepsilon}$ nur numerisch gleich der Lichtgeschwindigkeit, in der Dimension verschieden.

Nur die Gleichheit des Wertes von Größen gleicher Dimension kann — als unabhängig von der willkürlichen Wahl der Einheiten — in einem inneren Zusammenhange begründet sein (man vergleiche die bekannte Übereinstimmung des Verhältnisses statisch und magnetisch gemessener Größen bezüglich Zahlenwert und Dimension mit der Lichtgeschwindigkeit, des Ausdehnungskoeffizienten der Gase mit dem Temperaturkoeffizienten des Leitvermögens reiner Metalle und ähnliche Fälle). Die Größe $\sqrt{\alpha}$ ist von gleicher Dimension wie e/m im statischen Systeme, der Quotient $\frac{\sqrt{\alpha} \cdot m}{e}$ von der Dimension einer Geschwindigkeit bei Anwendung des magnetischen Maßsystems. Die Rechnung ergibt für diesen Quotienten die reine Zahl $0{,}6 \cdot 10^{-21}$ im ersten, die Geschwindigkeit $1{,}7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ im zweiten Falle, also Werte, denen eine bestimmte Bedeutung durch Übereinstimmung mit anderen gleichdimensionierten Größen nicht zukommt.

Wien, 4. März 1905.

(Eingegangen 6. März 1905.)

Eine Bemerkung über Gravitations- und elektrische Masse.

Von H. Reißner.

In dieser Zeitschrift (**6**, 106, 1905) benutzt Herr V. Fischer die ungefähre zahlenmäßige Übereinstimmung zwischen der reziproken Gravitationskonstante und dem Verhältnis von

elektromagnetisch gemessener Ladung und deren scheinbarer Masse zu Schlüssen, deren Berechtigung ich nicht einsehen kann.

Erstens begeht er den Fehler, daß er für die Einheit der Masse im Gravitationsmaßsystem diejenige Masse erklärt, die in der Entfernung von 1 cm auf 1 g eine Kraft von 1 dyn ausübt, während es doch heißen muß: auf eine ihr gleiche Masse. Zweitens nimmt er die elektromagnetisch gemessene Ladung als korrespondierend zur gravitierenden Masse, während die elektrostatisch gemessene das Analogon bilden sollte. Drittens scheint Herr Fischer zu übersehen, daß der Ausdruck elektromagnetische Masse eine Masse in Grammen bedeutet. Daher scheint mir die Gegenüberstellung: „elektrostatisch gemessene Massenladung zu gravitierender Masse wie elektromagnetisch gemessene Ladung zu elektromagnetischer Masse" im wesentlichen nur eine Wortspielerei zu sein.

(Eingegangen 24. März 1905.)

Die Intensität von Gitterspektren.

Von R. W. Wood.

Kürzlich hatte ich Gelegenheit, die Konstruktion eines Spektrographen von kurzer Brennweite und ziemlich starker Dispersion im sichtbaren Spektrum auszuführen, und hierbei drängte sich die Frage auf, ob Gitter oder Prismen vorzuziehen wären. In dem neuen Kayserschen Handbuch der Spectroscopie sind reichliche Angaben über Prismen enthalten, während über Gitter anscheinend nur wenig oder gar nichts veröffentlicht worden ist; die einzigen Angaben, die man findet, beruhen auf roher Schätzung. Es schien sich daher der Mühe zu verlohnen, die Verteilung des (monochromatischen) Lichtes in den einzelnen Spektren eines typischen Gitters zu untersuchen.

Der Apparat, den mein Assistent, Herr Pfund, zum Anstellen der Messungen herrichtete, war sehr einfach und das Ganze in einer halben Stunde fertiggestellt. Das ausgewählte Gitter war ein sehr typisches; das Mittelbild war ziemlich dunkel und von bräunlicher Farbe und deutete darauf hin, dass keine besonders ausgeprägte auswählende Einwirkung für gewisse Farben stattfand. Das Spektrum erster Ordnung war auf der einen Seite außerordentlich hell. Der Meßapparat, das Photometer, bestand aus einem Paar Nicolscher Prismen (von denen das eine auf einem Teilkreise montiert war), einem kleinen Stück versilberten Glases und einer hellen gleichförmigen Natriumflamme. Das versilberte Glas läßt sich herstellen, indem man von der Rückseite eines Stückes modernen Spiegels den Lack auflöst und mit Polierrot schleift. Es wird senkrecht in einem Winkel von 45° zu den Achsen der Nicols montiert und bedeckt die untere Feldhälfte (Fig. 1). Die Natriumflamme steht unmittelbar hinter dem Polarisationsprisma und das Gitter steht, wie man auf der Figur sehen kann, auf der einen Seite. Wenn man das Gitter dreht, kann man das Mittelbild oder irgendeines der seitlichen Spektralbilder der Flamme in dem versilberten Spiegel unmittelbar in Berührung mit dem durch die Nicols zu beobachtenden Flammenbilde sehen, und wenn man das eine dreht, kann man die Intensitäten genau einstellen. Wir brachten zunächst den Teilkreisnicol auf die Nullstellung und drehten dann den anderen Nicol in die Auslöschstellung. Die Intensität der bei einem gegebenen Winkel zu dieser Stellung wieder hergestellten Beleuchtung ist zum Quadrat des Winkelsinus proportional. Das Mittelbild läßt sich leicht einstellen, indem man die Spiegelungen der Flamme an dem nicht eingestellten Oberflächenteile beobachtet. Die erzielten Resultate sind in folgender Tabelle angegeben und zwar wurden acht Spektralbilder ausgemessen.

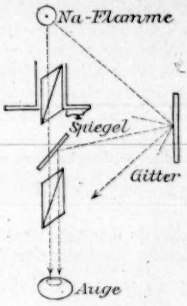

Fig. 1.

Viertes Spektrum	Drittes Spektrum	Zweites Spektrum	Erstes Spektrum	Zentralbild
0,073	0,057	0,20	0,31	0,16

Erstes Spektrum	Zweites Spektrum	Drittes Spektrum	Viertes Spektrum
0,98	0,096	0,032	0,01

Die angegebenen Zahlen sind die Quadrate der Winkelsinus und stellen die Intensitäten der Bilder als Bruchteile des durch den ersten Nicol hindurchgelassenen Lichtes dar. Die Intensität des ersten Spektrums unten ist ebenso groß wie die Summe aller übrigen, zusammen mit dem Mittelbild (0,94), d. h. die Hälfte des gesamten reflektierten Lichtes kommt auf ein Spektrum.

Man behauptet häufig, daß ein Nicol die Intensität von unpolarisiertem Licht auf die Hälfte reduziert. Die Reduktion ist aber offen-

bar wegen der Reflektionen an den beiden schrägen Flächen größer, und zum kleinen Teil liegt dies auch an der Balsamschicht. Im vorliegenden Falle waren die Prismenflächen ein wenig matt, und ich bezweifle, daß die Intensität des durchgelassenen Lichtes viel mehr als 40 Proz. der ursprünglichen Intensität betragen hat. Wenn wir die Intensität der Natriumflamme mit 100 bezeichnen, so erhalten wir die Intensitäten der Spektra, indem wir 40 mit den in der Tabelle angegebenen Brüchen multiplizieren. Die Summe dieser Intensitäten (acht Spektra und das Mittelbild) ist 75,6, was recht gut mit der Rubensschen Bestimmung des Reflektionsvermögens von Spiegelmetall für gelb (70 Proz.) übereinstimmt. Dies bedeutet, daß die Linieneinteilung auf der Fläche nicht im geringsten die Totalreflektion stört, wie dies ja auch zu erwarten war. Interessant ist es, daß die Hälfte des gesamten Lichtes sich in dem einen Spektrum befindet. Wenn Spiegelmetall 70 Proz. reflektiert, so bedeutet dies, daß wir 35 Proz., d. h. ungefähr ein Drittel des ursprünglichen Betrages des Lichtes, in dem Spektrum erster Ordnung haben.

Um festzustellen, ob dies wirklich der Fall ist, richtete ich eine photographische Linse und eine Natriumflamme her und stellte das Gitter in der Weise auf, daß die Linse das direkte Bild der Flamme und das Spektralbild erster Ordnung nebeneinander auf eine photographische Platte (Fig. 2) entwarf. Ein Strahlenfilter aus Aurantia wurde vor der Platte angebracht, um die Einwirkung der blauen und grünen Strahlen aus der Bunsenflamme zu eliminieren; diese waren in dem direkten Bilde vorhanden und fehlten im Spektralbilde. Das Spektralbild wurde 30, und das direkte 10 Sekunden lang exponiert. Beim Entwickeln fand ich, daß die Bilder fast völlig gleiche Intensität besaßen, woraus hervorging, daß beim Photometrieren kein Fehler von irgendwie erheblicher Größe begangen worden war. Es ist natürlich möglich und sogar wahrscheinlich, daß dieselbe Intensitätsverteilung bei anderen Farben nicht beobachtet werden würde, aber die bei Natriumlicht erhaltenen Ergebnisse geben einen recht guten Begriff von dem, was man von einem Durchschnittsgitter erwarten darf.

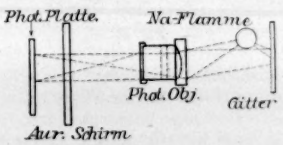

Fig. 2.

Die Schwierigkeit des Liniierens guter Gitter von sehr geringer Brennweite (1 m oder noch weniger) sowie der Umstand, daß sich nur kurze Linien ziehen lassen, läßt es als wahrscheinlich erscheinen, daß bei gewissen Arbeiten bessere Resultate mit großen ebenen Gittern in Verbindung mit achromatischen Linsen zu erwarten wären. Zwei Flintprismen von 60° würden etwa dieselbe durchschnittliche Dispersion ergeben, und die Intensität würde ein wenig mehr als das Doppelte der mit dem Gitter erzielten betragen, da zwei derartige Prismen 75 Proz. des Lichtes hindurchlassen, wie aus der in Kaysers Handbuch gegebenen Pickeringschen Formel hervorgeht. Die von mir angegebenen Messungen habe ich lediglich zu meiner eigenen Belehrung ausgeführt und beabsichtigte keineswegs, sie zu veröffentlichen. Da sie jedoch auch anderen von Nutzen sein könnten, so hielt ich es für der Mühe wert, sie niederzulegen. Ich habe natürlich bei der Betrachtung der beiden Formen von Dispersionsvorrichtungen von ihrem Auflösungsvermögen ganz abgesehen.

Johns Hopkins Universität, den 8. Januar 1905.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 20. Februar 1905.)

VORTRÄGE UND REDEN.

Das ungleichmäßige Strahlungsfeld und die Dispersionsbanden.[1])

Von W. H. Julius.

Während der Studienzeit derer, die jetzt in mittleren Jahren stehen oder über diese hinaus sind, sah das klassische Schema der Physik, wie es den Anfängern eingeprägt wurde, in vieler Hinsicht anders aus als gegenwärtig. Zu jener Zeit war z. B. die Newtonsche Methode noch die herrschende; die Mechanik der Punkte, zwischen denen Kräfte wirkten, die von den in diesen vorhandenen Quantitäten Agens und von ihrem Abstand abhängig waren, spielte bei der Erklärung der meisten physikalischen Erscheinungen eine überwiegende Rolle. Unterdessen war schon seit 1831 Faraday damit beschäftigt gewesen, den Weg für andere Grundvorstellungen zu bahnen; aber erst im Laufe der letzten 25 Jahre ist man allmählich soweit gekommen, sich den Ideen dieses Reformators

1) Vortrag, gehalten auf der Allgemeinen Versammlung der Gesellschaft zur Förderung der Physik, Medizin und Chirurgie zu Amsterdam, am 2. November 1904.

in dem durch ihn geschaffenen Bild der Kraftfelder auf dem großen Gebiet der elektrischen und magnetischen Erscheinungen anzuschließen.

Über die reichen Früchte, die diese neue Anschauungsweise getragen hat, brauche ich mich hier nicht weiter auszulassen. Wo früher die Aufmerksamkeit nur auf die Körper selbst gerichtet war, die ihren Bewegungen oder Veränderungen nach aufeinander Einfluß ausübten, umfaßt unsere gegenwärtige Vorstellung zugleich das ganze „Feld", in dem sich eine elektrische oder magnetische Erscheinung abspielt. Die Veränderungen, die wir an den Körpern wahrnehmen, schreiben wir zeitweisen Besonderheiten des Mediums an der Stelle zu, wo die Körper sich befinden; aber hierbei fassen wir zugleich auch die Zustände ins Auge, in denen das Medium in anderen Feldteilen sich befindet. Hierdurch sind wir in den Stand gesetzt, mit einem und demselben Bilde eine Anzahl Erscheinungen zu übersehen, welche auftreten würden, wenn Körper in beliebigen Punkten des in einem Sonderzustand befindlichen Feldes angebracht wären.

Weit umfassend und doch übersichtlich ist Faradays Vorstellungsweise, und hierin liegt ihre große heuristische Bedeutung.

Gestatten Sie mir, Ihnen einige Betrachtungen vorzutragen, mit denen von dem Feldbegriff, den wir dem großen Faraday zu verdanken haben, ein Reis auf ein anderes Gebiet verpflanzt wird, nämlich auf das der Strahlungserscheinungen.

Glücklicherweise brauche ich nicht zu befürchten, daß ein Gegenstand, innerhalb dessen u. a. die lebenspendende Sonnenstrahlung eine hervorragende Stellung einnimmt, von zu einseitiger Natur wäre, um Ihnen Allen Interesse einzuflößen; aber sehr wohl muß ich um Ihre Nachsicht für die etwas trockene und elementare Einleitung bitten, die wir zusammen werden verdauen müssen, um dem Begriff des „Strahlungsfeldes" die nötige Festigkeit zu geben. Falls es mir dann gelingen sollte, Sie durch Hinweis auf einige Anwendungen für die Meinung zu gewinnen, daß das Strahlungsfeld ein nützlicher physikalischer Begriff ist, wäre mein Zweck erreicht.

Ebenso wie die Spannungszustände in den verschiedenen Punkten des elektrischen oder Magnetfeldes uns durch den Verlauf der Kraftlinien versinnbildlicht werden, so werden die Eigentümlichkeiten des Strahlungsfeldes durch den Verlauf der Lichtstrahlen charakterisiert. Die Dichte der Kraftlinien ist ein Maß für die Feldstärke und die Dichte der Lichtstrahlen ein Maß für die Intensität der Strahlung. Aber viel weiter geht die Analogie nicht.

In Fig. 1 und Fig. 2 ist ein Strahlungsfeld

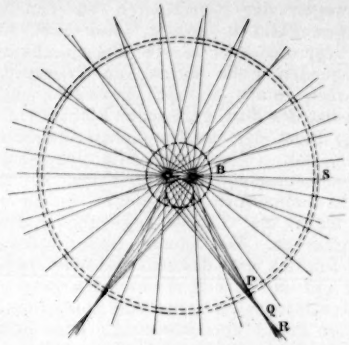

Fig. 1.

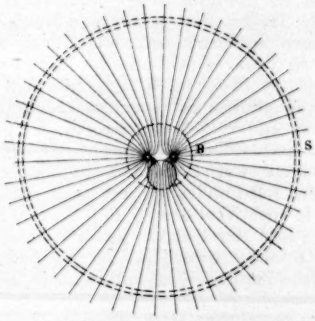

Fig. 2.

und ein Kraftfeld skizziert; vorläufig kommt nur die obere Hälfte beider Figuren in Betracht.

In vieler Hinsicht unterscheiden sich Strahlungsfelder von Kraftfeldern. In einem stationären Kraftfeld pflanzt sich längs der Strukturlinien keine Energie fort, sehr wohl aber in einem stationären Strahlungsfelde. Kraftlinien können einander nicht schneiden, aber sehr wohl Strahlen. So kommt es auch, daß verschiedene Strahlungsfelder einander ungestört durchdringen können, während verschiedene elektrische Felder sich zu einem resultierenden Felde addieren.

Eine einzelne punktförmige Lichtquelle, umgeben von einem vollkommen homogenen Medium, würde in diesem ein einfaches Strahlungsfeld erzeugen, dessen „Intensität" (gemessen durch die Wirkung auf einen kleinen bestrahlten Gegenstand) in irgendeinem Punkte dem Quadrat der Entfernung zwischen Punkt und Lichtquelle umgekehrt proportional sein würde. Wenn von einer und derselben punktförmigen Lichtquelle Strahlen von verschiedener Wellenlänge ausgingen, so würde jede einzelne

Lichtart ihr besonderes einfaches Strahlungsfeld liefern.

Mehrere Lichtpunkte ergeben ein zusammengesetztes Strahlungsfeld. Interferenzerscheinungen lassen wir außer dem Auge; die Strahlungsintensität in einem willkürlichen Punkte eines zusammengesetzten Strahlungsfeldes auf einem Oberflächenelement von gegebener Orientierung kann dann, da die einfachen Felder einander nicht stören, leicht berechnet werden.

Stellen wir uns nun ein System punktförmiger Lichtquellen vor, die alle innerhalb eines kleinen kugelförmigen Raumes B liegen (siehe Fig. 1, Oberhälfte), während das Medium sowohl innerhalb als außerhalb dieser Kugel vollständig homogen gedacht wird. Konzentrisch zu der kleinen Kugel B denken wir uns ferner eine sehr große Kugelschale S von geringer Dicke. Innerhalb dieser Schale ist die Intensität des zusammengesetzten Strahlungsfeldes überall gleichgroß. Wir nennen ein solches Strahlungsfeld gleichförmig an allen Stellen, die so weit von der Quelle entfernt liegen, daß es nicht nötig ist, die Richtungen, in denen die einzelnen Lichtpunkte erscheinen, in bezug auf die von denselben erzeugte Strahlungsintensität voneinander zu unterscheiden.

Gleichförmige Strahlungsfelder kommen in der Natur nicht vor. Dieser Satz bildet den Kern unserer weiteren Betrachtungen.

Wir haben ja soeben die Voraussetzung gemacht, daß die Lichtpunkte sich in einem homogenen Mittel befänden; diese Bedingung ist jedoch niemals erfüllt. Bei einer wirklichen Lichtquelle von nicht unendlich kleinen Abmessungen ist nämlich jeder Lichtpunkt von Materie umgeben, die mehr oder weniger ungleichförmig über den Raum verteilt ist. In einem solchen Falle erfolgt die Fortpflanzung des Lichtes durch die Materie im allgemeinen krummlinig und ist daher das Strahlungsfeld nicht mehr gleichförmig. (Einen Eindruck von durchschnittlicher Gleichförmigkeit würde das Feld dann noch machen können, wenn die Lichtquelle rein kugelförmig und die Dichte nur nach konzentrischen Schichten veränderlich wäre; aber dies ist natürlich ein idealer Grenzfall.)

Auf die wichtige Eigenschaft von Strahlungsfeldern, stets bis auf die größten Entfernungen von der Lichtquelle ungleichförmig zu sein, wollen wir durch einen nochmaligen Vergleich mit Kraftfeldern Nachdruck legen.

Zu diesem Zwecke denken wir uns jetzt ein System elektrischer Punktladungen, die alle innerhalb einer kleinen mit Medien von verschiedenen dielektrischen Konstanten in ungleichmäßiger Verteilung erfüllten Kugel liegen. (In Fig. 2 sind innerhalb der Kugel B zwei Punktladungen und ein Körper mit anderer dielektrischen Konstante abgebildet.)

Außerhalb der Kugel möge die dielektrische Konstante des Mediums überall denselben Wert besitzen. Die Kraftlinien werden nun innerhalb der Kugel B und in ihrer nächsten Umgebung von gebrochener oder kurvenförmiger Gestalt sein, und dort, wo sie die Kugel verlassen, ist ihre Dichte im allgemeinen ungleich. Betrachten wir aber den Zustand innerhalb einer großen, die Kugel konzentrisch einhüllenden Kugelschale S von geringer Dicke, so finden wir dort die Feldstärke überall gleichgroß, d. h. der Verlauf der Kraftlinien in großer Entfernung von dem System von Punktladungen ist unabhängig von ihrem Verlauf in der Nähe dieser Ladung und wird ausschließlich durch die Gesamtmenge Elektrizität innerhalb der kleinen Kugel bestimmt.

Neben dieses Kraftfeld stellen wir nun zum Vergleich das zusammengesetzte Strahlungsfeld, das dann entsteht, wenn wir uns die Punktladungen von Fig. 2 durch Lichtpunkte ersetzt denken (siehe Fig. 1, untere Hälfte). Die ungleichförmige Stoffverteilung innerhalb der kleinen Kugel B verursacht daselbst Spiegelung, Brechung und im allgemeinen Krümmung der Lichtstrahlen, so daß diese ebenso wie die Kraftlinien die Kugelfläche mit ungleicher Dichte in den einzelnen Punkten verlassen. Aber der große Unterschied gegenüber dem Falle der Kraftlinien besteht darin, daß die Lichtstrahlen in ihrem weiteren Verlauf durch das homogene Medium geradlinig und voneinander unabhängig bleiben, so daß auch innerhalb der großen Kugelschale noch Ungleichmäßigkeiten in der Intensität des Strahlungsfeldes auftreten, die durchaus nicht mit zunehmendem Radius der Kugelschale abzunehmen brauchen. Wenn man z. B. die Kugelschale durch Q gelegt hätte, so würden die Ungleichmäßigkeiten dort größer gewesen sein als in einer durch P oder durch R gelegten Schale.

Ich bin mir vollständig bewußt, daß ich Ihnen mit all diesem nichts Neues gesagt habe. Ungleichmäßige Strahlungsfelder sind zur Genüge bekannt. Alle optischen Instrumente beweisen, daß man Ungleichmäßigkeiten des Strahlungsfeldes zu erzeugen und nützlich anzuwenden versteht; Scheinwerfer und Leuchttürme stellen charakteristische Beispiele von Strahlungsfeldern dar, die in jeder Entfernung von der Lichtquelle ungleichmäßig sind. Auch Erscheinungen auf diesem Gebiete, die uns unmittelbar in der Natur gegeben sind, wie z. B. die unregelmäßige Strahlenkrümmung in der Atmosphäre bei der Fata Morgana, sind genugsam untersucht worden. Und doch glaube ich behaupten zu können, daß das Prinzip in seiner Allgemeinheit übersehen wird.

Bei vielen Hundert Sternen ist die Helligkeit veränderlich. Achtet man aber nicht nur auf die gesamte Lichtstärke der Himmelskörper, sondern auch auf die Verteilung des Lichtes in ihren Spektren, so sieht man, daß die Anzahl Sterne, deren Strahlung nicht konstant ist, noch sehr vielmal größer ist, so daß (nach Campbell und Hale) bei ungefähr dem sechsten Teil der Gesamtzahl der untersuchten Sterne bereits eine Veränderlichkeit des ausgesandten Lichtes zu bemerken gewesen ist.

Auch die Sonne ist ein veränderlicher Stern. Man bemerkt nicht nur dann und wann Veränderungen in ihrem Spektrum (Hale, Jewell), sondern es scheint nach den Ergebnissen einer kürzlich von Langley veröffentlichten Untersuchung [1]) auch die gesamte Sonnenstrahlung, gemessen durch die sogenannte „Sonnenkonstante", unregelmäßigen Schwankungen von reichlich 10 Proz. unterworfen zu sein. (Unter „Sonnenkonstante" versteht man die Anzahl Kalorien, die pro Quadratzentimeter und pro Minute an der Grenze unserer Atmosphäre von der Sonne bei senkrechter Bestrahlung an einen vollkommen schwarzen Körper abgegeben werden würden. Man findet diese Zahl, indem man die beobachtete Sonnenstrahlung von der atmosphärischen Absorption korrigiert.) Wenn fortgesetzte Untersuchungen die Richtigkeit dieses merkwürdigen Ergebnisses bestätigen sollten, so würden wir es hier mit einer höchst interessanten Entdeckung zu tun haben, die u. a. auf den häufig unregelmäßigen Gang meteorologischer Erscheinungen neues Licht würde werfen können. Demgegenüber steht allerdings, daß durch dieselbe Entdeckung die rätselhaften Eigenschaften der Sonne wiederum eine nicht unbedeutende Vermehrung erfahren würden, falls man die so schnell verlaufenden starken Variationen der Sonnenkonstante entsprechenden Veränderungen des Strahlungsvermögens der Photosphäre oder des Absorptionsvermögens der einhüllenden Gasmasse zuschreiben wollte.

Wir brauchen aber die Ursache nicht in einer Veränderlichkeit der Sonne selbst zu suchen.

Mit Sicherheit können wir sagen, daß Unregelmäßigkeiten in der Dichte der äußersten Teile der Sonnenmasse bestehen, und daß daher ein ungleichmäßiges Strahlungsfeld bei der Achsendrehung der Sonne über die Erde hinzieht.

Es besteht daher aller Anlaß zur Aufstellung der Hypothese, daß die Veränderlichkeit der Strahlung der Sonne und auch die vieler Fixsterne zum bei weitem größten Teil die Folge von Ungleichmäßigkeiten der Strahlungsfelder ist, und daher erklärt werden muß, ohne anzunehmen, daß die Himmelskörper selbst ein so stark wechselndes Strahlungsvermögen besitzen, oder daß ihr Licht öfters durch dazwischen liegenden Stoff verdunkelt werde.

Da wir nun das ungleichmäßige Strahlungsfeld als Grundbegriff bei der Erklärung sehr vieler Erscheinungen einzuführen wünschen und den bisher gebräuchlichen Erklärungsprinzipien das Feld streitig machen wollen, müssen wir die Brauchbarkeit des neuen Begriffes mit allen seinen Folgen einer scharfen Kritik unterwerfen.

Für eine derartige Untersuchung hat Hertz in der berühmten Einleitung zu seiner Mechanik in meisterhafter Weise die Hauptlinien angegeben. [1]) Man stelle sich die Frage: Ist das Bild logisch zulässig? Ist es richtig? Ist es zweckmäßig? Zweckmäßigkeit muß Deutlichkeit und Einfachheit in sich begreifen, welche Ausdrücke in dem Sinn zu verstehen sind, den ihnen Hertz gegeben hat.

Es ist hier natürlich nicht angebracht, diese Methode der Kritik mit der nötigen Strenge und Vollständigkeit auf unseren Fall anzuwenden. Außerdem ist es die Frage, ob es mir glücken würde, hierbei vollständig unparteiisch zu sein. Das wohlüberlegte Urteil anderer, die das Bild von diesem weiten Gesichtspunkte aus zu betrachten wünschen sollten, würde mit Recht nicht nur von ihnen, sondern auch von mir selbst höher geschätzt werden als meine eigene Kritik.

Wir wollen daher nunmehr daran gehen, die Aufmerksamkeit auf einige Hauptdaten zu richten, welche bei der Beurteilung der Richtigkeit und Zweckmäßigkeit des Begriffes von Nutzen sein dürften.

Die Ungleichmäßigkeiten des Strahlungsfeldes schreiben wir Lichtbrechungen zu; sie müssen daher bei gegebener Verteilung des Stoffes über den Raum im allgemeinen bei Lichtarten, die stark gebrochen werden, größer sein als bei Lichtarten, bei denen die Brechung nur mittelgroß ist.

Nun lehren die Erscheinungen der anomalen Dispersion, daß in allen Medien, welche Wellen von bestimmten Perioden stark absorbieren, die Lichtarten hierzu benachbarter Perioden sehr abweichende Fortpflanzungsgeschwindigkeiten besitzen und daher bei unregelmäßiger Verteilung der Dichte des Medien stark gekrümmt werden. Die größten Ungleichmäßigkeiten werden daher in den Strahlungsfeldern derjenigen Lichtarten auftreten, welche im Spektrum den Absorptionslinien zunächst liegen. Hieraus folgt dann weiter, daß wenn sich die ungleichmäßigen Strahlungsfelder in

1) Phil. Mag. (6) **8**, 78, 1904.

1) H. Hertz, Die Prinzipien der Mechanik, 1894. Siehe auch meine Antrittsvorlesung: Kritik in de naturakunde (Utrecht 1896).

bezug auf den Beobachter bewegen (wie dies bei den Feldern rotierender Himmelskörper der Fall ist), die größten Variationen der Lichtstärke auch bei den Strahlenarten zu beobachten sein müssen, welche im Spektrum zur unmittelbaren Umgebung der Absorptionslinien gehören.

Veränderlichkeit der Lichtverteilung bei den Linien und Banden der Sternenspektren muß daher nach unserer Theorie eine häufiger vorkommende Erscheinung sein, als eine merkliche Veränderung der Gesamtlichtstärke der Himmelskörper. Diese Schlußfolgerung wird durch die Beobachtung bestätigt. Bei dem Genauigkeitsgrade, den man z. Z. in der Beurteilung von Sternenspektren erreicht, hat man nämlich im Durchschnitt auf sechs Sternen einen angetroffen, dessen Spektrum in mehr oder weniger deutlichen Perioden Veränderung erfuhr. Hingegen ist die Zahl der Sterne von merklich veränderlicher Gesamthelligkeit doch viel kleiner.

Ich will jedoch nur gleich erwähnen, daß es keineswegs meine Absicht ist, alle Veränderungen der Spektren und der Helligkeit der Sterne mit Strahlenbrechung erklären zu wollen. In einer Anzahl von Fällen hat man rein periodische Verschiebungen und Verdoppelungen scharfer Linien wahrgenommen, was man nach dem Dopplerschen Prinzip vorzüglich durch die Annahme erklären kann, daß die betreffenden Sternsysteme um einen Trägheitsmittelpunkt rotieren. Und bei vielen Sternen von veränderlicher Helligkeit, z. B. bei denen des Algol-Typus, läßt sich die Lichtveränderung wahrscheinlich nicht einfacher erklären, als durch Verfinsterung durch einen dunklen Satelliten. Für solche Fälle ist eine neue Erklärung überflüssig. Falls die Strahlenbrechung hier auch eine Rolle spielt (was nicht zu bezweifeln ist), so ist diese Rolle vermutlich nur eine untergeordnete.

Man hat aber bei Himmelskörpern sehr zahlreiche Spektralerscheinungen und Helligkeitsveränderungen von so unregelmäßiger Art beobachtet, daß die Anwendung des Dopplerschen Prinzips dort zu Ungereimtheiten führt und es gleichfalls unmöglich erscheint, auf Grund der Verdunklungshypothese oder der Annahme von Flecken oder Flutwellen eine Erklärung zu finden. In diese vielfach vorkommenden Fälle nun hoffen wir mit Hilfe unseres Begriffes des ungleichmäßigen Strahlungsfeldes etwas Ordnung bringen zu können.

Zunächst wollen wir einige Spektralerscheinungen beschreiben, die man auf experimentellem Wege als Folge anomaler Dispersion der Lichtstrahlen in Stoffmassen von gewisser Struktur erzeugen kann.

Nachher sollen Gründe angeführt werden, die es wahrscheinlich machen, daß eine derartige Struktur von Stoffmassen im Himmelsraum häufig vorkommt.

Hierauf bleibt uns noch die Aufgabe, zu beweisen, daß in Sternspektren gerade die Erscheinungen allgemein anzutreffen sind, welche man auf Grund der oben erwähnten Experimente und Betrachtungen dort zu finden erwarten kann.

Ein aus hellen Linien oder Banden bestehendes Spektrum wird allgemein ein Emissionsspektrum genannt; ein kontinuierliches Spektrum mit dunkeln Linien oder Banden heißt ein Absorptionsspektrum. Aber sowohl helle als auch dunkle Banden können in einem Spektrum auch durch eine ganz andere Ursache, nämlich durch anomale Dispersion, hervorgerufen werden. Wir sind daher gezwungen, neben Emissions- und Absorptionslinien eine dritte Gruppe von Spektralerscheinungen zu unterscheiden, die wir Dispersionsbanden nennen wollen und die auf folgende Weise entstehen.

Wenn Strahlen, die von einer Lichtquelle mit kontinuierlichem Spektrum herkommen, einen Raum durchdrungen haben, in dem ein absorbierender Dampf, z. B. Natriumdampf, ungleichmäßig verteilt ist, so bilden sie in ihrem gesamten weiteren Verlauf ein ungleichmäßiges Strahlungsfeld. Die stärksten Abweichungen von ihrer ursprünglichen Richtung werden natürlich im allgemeinen diejenigen Strahlen erfahren haben, bei denen der Brechungsindex für den Dampf am meisten von der Einheit verschieden ist, gleichviel ob in positivem oder negativem Sinne. Dies sind Lichtarten, welche im Spektrum sehr dicht an den Absorptionslinien liegen. Richtet man daher ein Fernrohr mit Spektroskop auf einen Punkt in der Nähe der Lichtquelle, so daß geradlinige oder schwach gekrümmte Strahlen von der Quelle den Spalt nicht erreichen können, so ist es möglich, daß stark abgelenkte Lichtarten sehr wohl in den Apparat dringen und dort ein Spektrum von schmalen, hellen Dispersionsbanden hervorbringen, welche so dicht in der Nähe der Natriumlinien liegen, daß man sie für Emissionslinien des Dampfes würde ansehen können, wenn sie nicht beim Abfangen des Hauptlichtes verschwänden.

Richtet man hingegen das Instrument auf die Lichtquelle selbst, so daß die wenig gekrümmten Strahlen in den Spalt dringen und das kontinuierliche Spektrum liefern, so werden die darin vorhandenen Absorptionslinien des Natriumdampfes stark verbreitert erscheinen, da sie durch dunkle Dispersionsbanden überdeckt sind. Das Licht aus der nächsten Umgebung der Absorptionslinien ist nämlich in

dem Dampf bedeutend mehr dispergiert als die übrigen Lichtarten und dringt daher mit geringerer Intensität in das Spektroskop.[1])

Auf der einen Seite der eigentlichen Absorptionslinien liegen die Strahlenarten mit anomal großem, und auf der anderen Seite die mit anomal kleinem Brechungsindex. Es ist nun leicht einzusehen, daß wir durch geschicktes Anbringen absorbierender — und daher dispergierender — Dampfmassen zwischen Lichtquelle und Spektroskop die Dispersionsbanden nach Belieben symmetrisch oder asymmetrisch gestalten können, ja daß es sogar möglich sein muß, — wenn auch nur mit Aufwand viel größerer Mühe — fast jede gewünschte Lichtverteilung im Gebiet dieser Banden zustande zu bringen.

Fig. 3a.

Fig. 3b.

In den Fig. 3a und 3b ist eine Versuchsanordnung skizziert, mit der derartige Erscheinungen hervorgebracht werden können.[2])

L stellt die Lichtquelle vor, eine Bogenlampe von 20 Ampere; S_2 ist der Spalt, durch den das Licht in ein Gitterspektroskop hineintritt, das in der Figur nicht gezeichnet ist. Durch N wird die absorbierende Dampfmasse, eine Natriumflamme von 75 cm Länge, angedeutet.

1) Verslagen Kon. Akad. v. W. VIII, p. 515 (1900); Physik. Zeitschr. **2**, 351.

2) Eine vollständige Beschreibung dieser Experimente findet man in: „Dispersiebanden in absorptiespectra". Versl. Kon. Akad. v. W. Amst. XIII, pp. 26—32, 1904. Arch. néerl. [2] X, 6, 90.

Als Brenner dient ein 80 cm langer Metalltrog, teilweise gefüllt mit einer starken Lösung von Natriumkarbonat. Fig. 4 zeigt diesen im

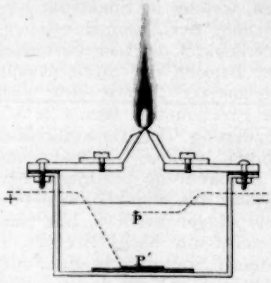

Fig. 4.

Querschnitt. Ein Gemisch von Leuchtgas und Luft wird durch Schläuche nach dem Raum oberhalb des Flüssigkeitsspiegels geleitet und entweicht durch die spaltförmige Brenneröffnung, die 75 cm lang und 0,1 cm breit ist. P ist der Durchschnitt eines langen gespannten Platindrahtes, der als Kathode für einen Strom dient, welcher durch die Platinanode P' in die Flüssigkeit eintritt. Wird der Strom geschlossen, so verspritzen durch die Gasentwicklung längs P zahllose mikroskopische Flüssigkeitströpfchen, deren Menge man durch Regulieren der Stromstärke innerhalb weiter Grenzen verändern kann. Der Gehalt an Natriumdampf ist daher auf jedem beliebigen Wert geraume Zeit konstant zu erhalten.

Die relative Dichte des Natriumdampfes in den verschiedenen Teilen der Flamme ist in Fig. 4 durch Stärke der Schattierung einigermaßen angedeutet.

Man kann dem Brenner durch Schraubenbewegung kleine Verschiebungen und Drehungen erteilen.

Mit Hilfe einzelner verschiebbarer Schirme (P, S_1, Q in Fig. 3) wurde jedesmal das Bündel des elektrischen Lichtes derartig begrenzt, daß es gerade durch die Teile der Dampfmasse ging, wo die gewünschten Dichteveränderungen anzutreffen waren.

Auf diese Weise glückte es mir, sehr starke Veränderungen im Äußeren der D-Linien hervorzurufen. Einige Fälle sind auf beigefügter Tafel (Fig. 5) dargestellt.[1]) Bei den ersten fünf

1) Eine Reihe von Photographien dieser Erscheinungen ist der oben erwähnten Abhandlung für Dispersionsbanden beigefügt. Sie erforderten lange Expositionszeiten (20—40 Minuten), und da die Flamme nicht vollkommen konstant zu erhalten war, geben sie daher einen Durchschnittseindruck von der Lichtverteilung während dieses Zeitraumes. Unsere Tafel ist hingegen nach einer Zeichnung reproduziert, auf der, soweit möglich, angegeben ist, was man in bestimmten Augenblicken gesehen hat.

dieser sechs Beobachtungen war die spaltförmige Öffnung des Brenners teilweise bedeckt, so daß die Flamme nur eine Länge von 40 cm hatte. Nr. 1, 2 und 3 zeigen den Einfluß einer zunehmenden Menge Natrium. Die Flamme stand in diesen Fällen symmetrisch zu dem einfallenden Lichtbündel; auch die Natriumlinien sind dann sehr angenähert symmetrisch. Die starke Verbreiterung der Linien in Nr. 3 ist nun offenbar nicht der Absorption zuzuschreiben, denn durch Verschieben der Flamme um einige Millimeter nach rechts (Fig. 3a) oder nach links (Fig. 3b) erhielt man, während die Menge Natriumdampf dieselbe blieb, Spektrum 4 oder Spektrum 5. Diese Lichtverteilung kann man vollkommen erklären, wenn man auf die Krümmung und Dispersion achtet, welche die Strahlen in der Flamme erfahren müßten.

Im Falle von Fig. 3a muß nämlich das Licht nach dem Durchgange durch den Spalt S_1 durch die linke Seite der Flamme gehen, wo die Dichte des Natriumdampfes von links nach rechts zunimmt. Die Strahlenarten, für die der Dampf einen besonders großen Brechungsindex besitzt, wie z. B. S_1G, werden dann nach rechts gekrümmt, und können daher den Spalt S_2 erreichen; die Strahlen mit sehr kleinem Index (<1), wie S_1K, werden nach links abgelenkt und durch Q aufgefangen. Da nun letztgenannte Strahlen im Spektrum an der nach Violett gerichteten Seite der Absorptionslinien liegen müssen, verursacht ihre Abwesenheit auf dieser Seite Verfinsterung, während auf der nach Rot gerichteten Seite sogar ein Überschuß von Licht zu beobachten ist, da die Linse B von einer größeren Anzahl von der unbedeckten Hälfte von A kommenden Strahlen S_1G getroffen werden kann, als dies der Fall sein würde, wenn kein Natriumdampf in der Flamme vorhanden wäre.

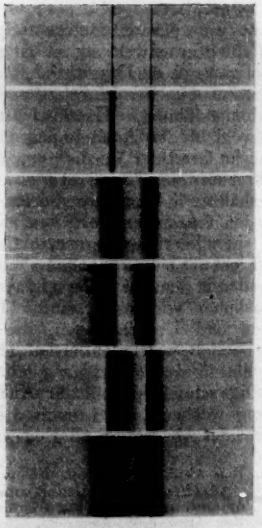

Fig. 5.

Hiermit ist der Hauptcharakter von Spektrum Nr. 4 erklärt. Auf ähnliche Weise läßt sich mit Hilfe von Fig. 3b die Lichtverteilung in dem fünften Spektrum erläutern.

Spektrum Nr. 6 zeigte sich, als die Flamme in ihrer vollen Länge von 75 cm symmetrisch von dem Lichtbündel durchdrungen wurde und viel Natrium enthielt. Auf den breiten Dispersionsbanden sieht man in der Mitte hellere Teile. Durch Abfangen des Hauptlichtes konnte ich mich davon überzeugen, daß diese hellen Banden nur zu sehr kleinem Teile der Emission durch die Flamme zuzuschreiben sind; sie lassen sich aus den wiederholten Krümmungen mit Leichtigkeit erklären, die die am stärksten gebrochenen Lichtstrahlen in der röhrenförmigen Struktur der Flamme erfahren, wodurch ihre Aussicht, den Spalt zu erreichen, zunimmt.[1]) Auch diese hellen Banden zeigen sich asymmetrisch in bezug auf die schmalen, eigentlichen Absorptionslinien, wenn man die Flamme verschiebt (wie in den Spektren L_1 und S). Es ist dann, als ob sich jede einzeln der stark verbreiterten D-Linien in zwei Teile gespalten hätte, deren Lage im Spektrum und deren Abstände voneinander veränderlich wären.

Was hier experimentell für die Natriumlinien gezeigt worden ist, muß auch von der Umgebung der Absorptionslinien anderer Stoffe gelten, welche anomale Dispersion erzeugen, wenn nur die Umstände günstig sind. In der letzten Zeit haben Untersuchungen von Ebert, Wood, Lummer u. Pringsheim und Puccianti dargetan, daß die Fähigkeit, anomale Dispersion hervorzurufen, allen Metalldämpfen und auch anderen absorbierenden Gasen zukommt.

Verschiebung von Emissions- und Absorptionslinien erfolgt nach dem Ergebnis der Untersuchungen von Humphreys und Mohler unter dem Einfluß hoher Drucke. Verdoppelung und Vervielfältigung von Spektrallinien wird, wie Zeeman entdeckt hat, beobachtet, wenn der strahlende oder absorbierende Stoff sich in einem Magnetfelde befindet. In beiden Fällen verändert sich die Schwingungszeit der Elektronen. Die eben beschriebenen Versuche beweisen, daß auch bei unveränderter Periode der Elektronen die Spektrallinien ähnliche Erscheinungen aufweisen können, daß diese aber dann die Folge von Veränderlichkeit der Dis-

1) Vergleiche: Versl. Kon. Akad. v. Wetensch., Amst., Bd. XI, p. 658. Astroph. Journ. **18**, p. 59. Arch. néerl. [2], VIII, pag. 383.

persionsbanden sind, welche man mit Unrecht als Emissions- oder Absorptionslinien angesehen hat.

Da absorbierende Stoffmassen wohl niemals vollkommen homogen sind, müssen die Dispersionsbanden eine mehr oder weniger wichtige Rolle bei beinahe jeder Spektralerscheinung spielen. Viele Erscheinungen, die man an dem Spektrum des Lichtbogens und am Funkenspektrum bei starker Dampfentwicklung beobachtet hat, lassen sich von diesem Standpunkte aus ungezwungen erklären.[1])

Stellen wir uns jetzt die Frage, ob man auch mit Fug und Recht eine Hypothese mit Bezug auf die vermutliche Struktur von Sternen und die Art der sich daraus ergebenden Ungleichmäßigkeiten ihrer Strahlungsfelder wagen darf.

Natürlich richten wir das Auge in erster Reihe auf die Sonne.

Es hat sich herausgestellt, daß sich von beinahe allen Lichterscheinungen, die man auf der Sonnenscheibe und um sie herum wahrnimmt, dadurch eine Erklärung geben läßt, daß man sie als Folgen von Strahlenkrümmung und anomaler Dispersion ansieht, falls man hierbei von der Annahme ausgeht, daß die Sonne eine unbegrenzte Gasmasse ist, in der die verschiedenen Stoffe sich in inniger Mischung befinden.[2]) Mechanische und thermodynamische Betrachtungen (von Helmholtz, Emden) führen zu der Schlußfolgerung, daß in einer derartigen Masse sogenannte Diskontinuitätsflächen und Wirbel entstehen müssen, die dem Ganzen eine plattenartige, hier und da röhrenförmige Struktur verleihen. Die Achsen der Wirbel liegen in den Diskontinuitätsflächen und bringen dort Minima der Stoffdichte zuwege. Die Form der Diskontinuitätsflächen ist so, daß die Lichtstrahlen, welche den Himmelskörper verlassen, vielfach auf große Strecken angenähert parallel zu der plattenförmigen Struktur gegangen sein müssen. Dies ist gerade der Strahlenverlauf, den wir nachgeahmt haben, wenn bei unseren Versuchen das elektrische Licht die lange Natriumflamme durchlief; die Umstände sind in einem derartigen Falle für das Entstehen deutlicher Dispersionsbanden günstig.

Nun kann der Umstand, daß eine große Zahl Eigentümlichkeiten der Fraunhoferschen Linien, vor allem auch derer in den Spektren von Sonnenflecken, Sonnenfackeln, Calciumflocculi, Wasserstoffflocculi[1]) usw., wirklich leicht zu erklären sind, sobald man sie als durch Dispersionsbanden verursacht ansieht, als Bekräftigung unserer oben erwähnten Hypothese über die Struktur der Sonne gelten.

Aber dann ist damit auch in großen Zügen festgelegt, wie ungefähr die Ungleichmäßigkeiten im Strahlungsfeld der Sonne beschaffen sein müssen. Von der Stoffverteilung im Diskontinuitätsflächensystem hängen sie nämlich in ähnlicher Weise ab, wie die ungleichmäßige Lichtverteilung im Strahlungsfeld einer Bogenlampe mit Glocke von der Form der Schlieren im Glas abhängt.

Durch das ungleichmäßige Strahlungsfeld der Sonne bewegt sich die Erde. Das durch diese aufgefangene Sonnenlicht ist demgemäß ziemlich beträchtlichen Schwankungen an Stärke und Zusammensetzung unterworfen. Dies muß natürlich auf die meteorologischen und erdmagnetischen Erscheinungen seinen Einfluß ausüben. Es hat sich gezeigt, daß der Charakter bestimmter, bei diesen Erscheinungen beobachteter periodischer Veränderungen und Störungen sich in der Tat dadurch erklären läßt, daß man dem Verlauf der Diskontinuitätsflächen der Sonne mit bezug auf die Erde in ihren verschiedenen Stellungen[2]) Rechnung trägt.

Die Meteorologie der Zukunft wird der Untersuchung der Ungleichmäßigkeiten des Strahlungsfeldes der Sonne nicht entraten können.

Wenden wir unsere Betrachtungen nun wieder auf die Sternenwelt an, so ist es sicherlich nicht zu gewagt, die Hypothese aufzustellen, daß viele Sterne eine Struktur besitzen, welche der der Sonne ähnelt. Große Unterschiede mögen ja wohl in der Ausdehnung ihrer Gasmassen und im Grad der Verdichtung bestehen; ebenso in ihrer mittleren Temperatur und vielleicht auch im Verhältnis, in dem die verschiedenen Elemente in den Gemengen vertreten sind, aber wir sehen sie alle als unbegrenzte Gasmassen an, welche Licht mit einem kontinuierlichen Spektrum aussenden, in dem nur äußerst feine wirkliche Absorptionslinien vorhanden sind. Die Verbreiterungen und Umkehrungen, die dunkeln und hellen Banden, welche außerdem anzutreffen sind und die in den Spektren veränderlicher Sterne häufig schnell sowohl ihr Äußeres wie ihre Stellung wechseln, sind nach dieser Auffassung nicht der Absorption oder auswählenden

1) Zu den rätselhaften Spektralerscheinungen, die sich aufklären lassen, sobald man sie als Folgen anomaler Dispersion ansieht, rechne ich viele von denen, die u. a. in Kaysers „Handbuch der Spectroscopie" II auf folgenden Seiten beschrieben sind: 292, 293, 295, 304, 346, 359—361, 366.

2) W. H. Julius „Les théories solaires et la dispersion anomale". Rev. gén. d. Sciences, XV, p. 480—495 (30 Mai 1904). Man vergleiche auch Physik. Zeitschr. 4, S. 85—90 und 132—136.

1) Versl. Kon. Akad. v. W. Amst. XI, p. 650—663, 767—771; XIII, p. 138/145. Arch. néerl [2], VIII, p. 374 bis 394, X, p. 97—105.

2) Versl. Kon. Akad. d. W. Amst., Bd. XII, p. 300/334. Arch. néerl. [2], IX, p. 211—250.

Emission, sondern anomaler Dispersion zuzuschreiben.

Bei der Rotation eines Sternes um seine Achse dreht sich auch sein unendliches Strahlungsfeld mit. Die Ungleichmäßigkeiten der Stoffverteilung im System seiner Diskontinuitätsflächen, längs derer die uns erreichenden Lichtstrahlen ihren Weg genommen haben, verraten sich im Spektrum des Sternes durch die wechselnde Intensität des Lichtes in der Nähe der wirklichen Absorptionslinien.

Die Literatur über Sternenspektren nimmt nicht nur an Umfang, sondern wegen der Verbesserung der Hilfsmittel auch an Bedeutung schnell zu. An Material zur Prüfung unserer Hypothese fehlt es daher nicht. Bei der Durchsicht desselben gelangte ich zu der Überzeugung, daß das ungleichmäßige Strahlungsfeld in den meisten Fällen, in denen die Anwendung des Dopplerschen Prinzips zu sehr unbefriedigenden Ergebnissen führt, eine Aufklärung liefern kann.

Als Beispiele mögen die Sterne i-Orionis, 57 Cygni, ϑ-Orionis und einige andere genannt werden, die nach Frost und Adams[1]) sich alle in Nebelmassen befinden und deren „Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie" nichtsdestoweniger periodische Veränderungen von 70, 90, 140 km pro Sekunde erfahren würden, trotz unserer physikalischen Begriffe hinsichtlich Widerstand bietender Mittel. Ferner kommt das Verhalten der spektroskopischen Doppelsterne o-Persei, β-Aurigae, ζ-Ursae Majoris[2]) in Betracht, in deren Spektren sich die Linien periodisch verdoppeln oder vervielfältigen, bei denen aber die Komponenten in so unregelmäßiger Weise ihr Äußeres und ihre Stellung wechseln, daß keinerlei Bewegungen in der Gesichtslinie, die von den komplizierten Erscheinungen Rechenschaft ablegen könnten, denkbar sind.

Nicht weniger rätselhaft blieben noch immer die Erscheinungen im Spektrum und die Helligkeitsveränderungen der variablen Sterne von langer Periode, wie z. B. Mira Ceti, und der neuen Sterne (Nova Aurigae, Nova Persei, Nova Geminorum usw.), wie heftig man sich auch die Ausbrüche und Zusammenstöße vorstellen möchte, die sich auf diesen Himmelskörpern abspielen sollten.[3])

Die Lösung derartiger Probleme wird sehr vereinfacht, wenn man hierbei den Begriff des ungleichmäßigen Strahlungsfeldes benutzt.

Mit einem einzigen weiter ausgeführten Beispiel will ich dies zum Schluß noch erläutern.

1) Astrophysical Journal **18**, 386.

2) Vogel, Sitzungsber. d. Kgl. Pr. Akad. d. W. **13**, 1119; **14**, 497.

3) Sich an die Seeligersche Theorie der neuen Sterne anschließend hat Ebert für den Grundtypus ihrer Spektren eine auf anomale Dispersion gegründete Erklärung gegeben. Astron. Nachr. Nr. 3917.

Dieses Beispiel betrifft eine merkwürdige Entdeckung, die J. Hartmann[1]) im Spektrum von δ-Orionis gemacht hat. Bei diesem Stern hatte Deslandres im Jahre 1900 schnelle Veränderungen der Lage der Spektrallinien beobachtet und daraus geschlossen, daß man es mit einem Doppelstern zu tun habe, dessen Umlaufszeit 1,92 Tage betrage. Die Beobachtungen von Hartmann stimmten mit dieser Periode nicht; deswegen unterzog Hartmann den Stern zwischen Januar 1901 und März 1903 einer ausführlichen spektrographischen Untersuchung und fand auf einer Reihe von 42 Aufnahmen folgendes:

Das Spektrum enthält hauptsächlich Linien von Wasserstoff und Helium, sowie auch einige von Silicium, Magnesium und Calcium. Die Calciumlinie λ 3934 (entsprechend der Linie K des Sonnenspektrums) ist sehr schwach aber scharf; die übrigen Linien (etwa zwanzig) sind verwaschen und matt und scheinen manchmal asymmetrisch oder sogar verdoppelt zu sein. Bei den Messungen wurde stets so vorsichtig wie möglich auf die dunkelsten Teile der unscharfen Linien eingestellt und gefunden, daß diese sich wirklich periodisch verschoben; aber wegen des unsymmetrischen Äußeren vieler Linien konnte man keine Sicherheit darüber erhalten, daß die Verschiebung für alle Linien auf einer und derselben Tafel auch den passenden Wert besaß. Aus den durchschnittlichen Verschiebungen berechnete man dann die wechselnde Geschwindigkeit in der Gesichtslinie und hieraus die Elemente der Bahn des Doppelsternes.

Ein rätselhafter Umstand, den die Messungen an den Tag brachten, war nun der, daß eine einzige Linie, und zwar die feine, scharfe Calciumlinie λ 3934, nicht an den periodischen Verschiebungen teilnahm, sondern stets eine und dieselbe Verschiebung zeigte, die einer konstanten Geschwindigkeit von + 16 km pro Sekunde in der Gesichtslinie (auf die Sonne reduziert) entsprach.

Hartmann verwarf den Gedanken, daß diese Linie auf Rechnung von Absorption in der Erdatmosphäre komme, und auch den, daß sie dem zweiten Stern des Systems zuzuschreiben sei. Als einziges Mittel, um zu einer Erklärung zu gelangen, nimmt er das Vorhandensein einer Wolke von Calciumdampf an irgend einer Stelle des Raumes in der Linie an, die uns mit δ-Orionis verbindet. Die Wolke würde sich dann von der Sonne mit einer Geschwindigkeit von 16 km pro Sekunde entfernen. Bei benachbarten Sternen hat sich aber ein Einfluß dieser Wolke nicht feststellen

1) J. Hartmann, Sitzungsber. d. Kgl. Pr. Akad. d. W. **14**, 527, 1904.

lassen. Hingegen bot das Spektrum von Nova Persei im Jahre 1901 genau dieselbe Erscheinung dar; die Linien von Wasserstoff und anderen Elementen waren außerordentlich stark verbreitert und verschoben und änderten fortwährend ihr Aussehen; aber währenddessen blieben die Calciumlinien λ 3934 und λ 3969 und auch die D-Linien stets vollkommen scharf und veränderten ihre Lage nicht; sie wiesen nur auf eine konstante Geschwindigkeit von $+7$ Kilometer pro Sekunde. Auch auf der Gesichtslinie von Nova Persei muß sich daher Hartmann zufolge eine Wolke von Calciumdampf, die hier mit Natriumdampf gemengt sein würde, befunden haben.

Man wird zugeben müssen, dass diese hypothetischen Wolken keinen befriedigenden Eindruck machen.

Wenn wir den Fall vom Standpunkte des ungleichmäßigen Strahlungsfeldes aus betrachten, so bietet sich unmittelbar eine ungezwungene Erklärung. Wir brauchen nur anzunehmen, daß in den äußersten Teilen von δ-Orionis und von Nova Persei viel Wasserstoff und Helium und wenig Calcium und Natrium vorhanden ist. Die Strömungen und Wirbel in der Gasmasse, die ebenso wie bei der Sonne die Ungleichmäßigkeiten im Strahlenfelde erzeugen, verursachen dann in der Umgebung der Wasserstoff- und Heliumlinien sehr breite Dispersionsbanden, deren dunkelste Teile sich periodisch hin- und herbewegen, wenn bei der Achsenrotation des Sternes Gasmassen von wechselnder Dichteverteilung längs unserer Gesichtslinie vorbeiziehen. Die Dispersionsbanden von Calcium und Natrium sind hingegen (da diese Gase sich in sehr verdünntem Zustand befinden) so schmal, daß ihre Lage von denen der dazu gehörenden Absorptionslinien nicht zu unterscheiden ist. Die konstant bleibende Verschiebung dieser Linien beweist, daß δ-Orionis sich mit einer Geschwindigkeit von 16 Kilometern und Nova Persei mit einer Geschwindigkeit von 7 Kilometern von der Sonne entfernt.

Nach unserer Auffassung braucht δ-Orionis also kein spektroskopischer Doppelstern zu sein.

Es gibt viele Sterne, in deren Spektrum man periodische Verschiebungen und Verdoppelungen nur bei unscharfen Linien beobachtet hat. In allen diesen Fällen ist es sehr wahrscheinlich, daß dasjenige, dessen Veränderung man beobachtet hat, Dispersionsbanden und nicht Absorptions- oder Emissionslinien waren. Zur Annahme einer veränderlichen Geschwindigkeit in der Gesichtslinie fehlt dann jeder Grund, und man kann solche Objekte aus der Liste der spektroskopischen Doppelsterne streichen.

Möge sich aus dem Obigen ergeben haben, daß das ungleichmäßige Strahlungsfeld ein Begriff ist, mit dem man in unsere Vorstellungen von vielen physikalischen und astrophysikalischen Erscheinungen Vereinfachungen bringen kann, und daß man es daher einen nützlichen Begriff nennen kann.

(Aus dem Holländischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 20. Februar 1905.)

BESPRECHUNGEN.

E. Leybolds Nachfolger, Köln a. Rh., Einrichtungen und Apparate für den physikalischen Unterricht sowie für Übungen im Praktikum nebst Literaturangaben und Gebrauchsanweisungen.

Der vorliegende Riesenkatalog mit seinen fast tausend Folioseiten und seinen mehreren Tausend Figuren gibt in der Tat einen vorzüglichen Überblick über die Hilfsmittel, welche für den modernen naturwissenschaftlichen Unterricht zur Verfügung stehen, um so mehr, als durch die übersichtliche Anordnung des Stoffes, sowie durch zahlreiche Erläuterungen und Hinweise auf vielgebrauchte Lehrbücher und zahlreiche Originalarbeiten die Orientierung sehr erleichtert und eine vielseitige Benutzung ermöglicht wird. Das durch seine vorzüglichen Figuren und seine ganze Anordnung prächtig ausgestattete Werk ist zugleich ein Merkstein für das 50jährige Bestehen der Firma und für die Leistungsfähigkeit deutscher physikalischer Technik.

E. Bose.

(Eingegangen 9. April 1905.)

Augusto Righi, Moderne Theorien der physikalischen Erscheinungen. (Radioattività, Ioni, Elettroni). 2. Auflage mit zahlreichen Zusätzen. (Heft 3 der Sammlung: Attualita scientifiche.) gr. 8. IV u. 165 S. Bologna, Nicola Zanichelli. 1904.

In populärer Fassung und eleganter Darstellung skizziert der Verfasser hier die Lehre von den Elektronen in ihrem ganzen Umfange, die vielseitigen Anwendungen des Elektronenbegriffes in den einzelnen Gebieten der Physik und die Umgestaltung der Anschauungen, welche daraus resultiert. Das Büchlein verdient in jeder Beziehung gelobt zu werden.

E. Bose.

(Eingegangen 16. Februar 1905.)

G. Hamel, **Die Lagrange-Eulerschen Gleichungen der Mechanik.** (Aus Ztschr. f. Math. u. Phys. 50. Bd.) gr. 8. 57 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1903. M. 1,60.

Der Verf. führt in die Lagrangeschen Gleichungen statt der Geschwindigkeiten lineare Verbindungen derselben (Geschwindigkeitsparameter) ein, wodurch diese gewisse in Impuls und Geschwindigkeitsparameter bilineare Zusatzglieder erhalten. Diese Lagrange-Eulerschen Gleichungen liefern sofort Hadamards Sätze über nichtholonome Bedingungen. Weiter untersucht der Verf., wann für ein erstes System von Geschwindigkeitsparametern sich die linke Seite der Lagrange-Eulerschen Gleichungen auf den Differential-Quotienten des Impulses und ein bilineares Zusatzglied mit konstantem Koeffizient reduziert (Eulersche Gleichung), während für ein zweites System auch das Zusatzglied wegfällt (Impulsgleichung), und findet, daß dann die den Geschwindigkeitsparametern assoziierten infinit. Transformationen eine Gruppe erzeugen, und die lebendige Kraft diese gestatten muß. Soll das erste System mit dem zweiten durch eine orth. Substitution zusammenhängen, so müssen die Zusammensetzungs-Koeffizienten dieser Gruppe eine gewisse Symmetrieeigenschaft besitzen. Die Bestimmung der reellen dieser Gruppen wird auf die der einfachen Gruppen überhaupt reduziert. Die entsprechenden mechanischen Systeme sind als Verallgemeinerungen des rotierenden starren Körpers anzusehen, der ja für ein festes Koordinatensystem Impulsgleichungen, für ein bewegliches aber Eulersche Gleichungen besitzt. Herglotz.

(Eingegangen 6. März 1905.)

Berichtigung.

In der Arbeit von Geest: „Über die Doppelbrechung von Natriumdampf im magnetischen Felde", No. 6 ist S. 171, Spalte 2, Zeile 25 v. o. zu lesen: „$J\delta^3 = \text{const.}$", anstatt „$J\delta = \text{const.}$". S. 167, Spalte 2, Fußnote 1, 3^0 statt $30'$. S. 171, Spalte 2, Zeile 25 v. o. $J\delta^x$ statt $J\delta$. S. 172, Zeile 5 v. o. $\frac{\partial \tau}{2\pi}$ statt $\frac{\partial \tau}{2\pi v}$.

Tagesereignisse.

Siemens & Halske Aktiengesellschaft verlegte die Bureaus und Werkstätten ihres Berliner Werkes von Berlin S.W. Markgrafenstraße 94 unter dem Namen Wernerwerk nach Berlin-Westend.

Das neue Wernerwerk wird folgende Fabrikationszweige in sich vereinigen:

Telegraphen- und Fernsprechwesen, Minenzünder, Wasserstandsfernmelder, Nasse und trockene Elemente, Signal- und Vielfachschaltapparate, Messinstrumente allerart, Röntgen- und elektromedizinische Apparate, Feuermelder, Wächterkontroll-Apparate, Elektrische Uhren, Kabel für alle Zwecke der Schwachstromtechnik, Wassermesser und Injektoren, ferner Anlagen zur Reinigung des Trinkwassers durch Ozon, Zündapparate und Umdrehungsfernzeiger für Automobile.

Preisausschreiben. Der Adams-Preis, der zum Gedächtnis des berühmten Astronomen Adams von der Universität Cambridge verliehen wird, war im Jahre 1904 nicht zur Vergebung gekommen. Für das Jahr 1906 ist ein neuer Wettbewerb ausgeschrieben worden mit dem Thema: „Die Ungleichheiten in der Mondbewegung, die auf eine direkte Wirkung der Planeten zurückzuführen sind". Bearbeitungen sind bis zum 16. Dezember 1906 an den Vizekanzler der Universität einzureichen. Der Preis beträgt 4500 M.

Die mathematische und physikalische Sektion der kgl. Gesellschaft in Neapel hat einen Preis von 500 Lire für die beste Abhandlung über „Die Theorie der Elektronen und die Zerstreuung des Lichts" ausgeschrieben. Die Preisarbeiten in italienischer, lateinischer oder französischer Sprache sind bis zum 30. Juni 1906 einzuliefern.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierte sich Dr. C. Caratheodory in Göttingen für Mathematik.

Ernannt wurden die Privatdozenten an der Bergakademie Dr. F. Peters und Dr. H. Mehner in Berlin zu a. ord. Lehrern, ersterer für Elektrometallurgie, letzterer für Thermochemie, der Oberlehrer an der Friedrich Werderschen Oberrealschule in Berlin, Privatdozent an der Technischen Hochschule Dr. phil. Eugen Jahnke zum etatsmäßigen Professor für Mathematik und Mechanik an der Bergakademie daselbst, der a. ord. Professor an der Dresdner Technischen Hochschule Dr. Erich Müller zum a. o. Professor für Elektrochemie an der Technischen Hochschule in Braunschweig, der a. o. Professor an der Universität Krakau Stanislaus Zaremba zum ord. Professor der Mathematik daselbst.

Der ord. Professor der Physik Dr. Matthiessen an der Universität Rostock ist wegen seines hohen Alters vom Halten von Vorlesungen entbunden worden. Der o. Professor für Chemie der Klausthaler Bergakademie Dr. F. W. Küster ist mit Ende dieses Winterhalbjahres aus dem Staatsdienste ausgeschieden.

Dem o. Professor der physikalischen Chemie an der Universität Berlin Herrn Dr. W. Nernst ist der Titel eines Geheimen Regierungsrates verliehen worden.

Die Harvard-Universität hat den Professor der Chemie an der Universität Leipzig, Dr. Wilhelm Ostwald, gemäß dem von Kaiser Wilhelm angeregten Austausch deutscher und amerikanischer Universitätsdozenten eingeladen, ein halbes Jahr hindurch Vorlesungen an der Harvard-Universität zu halten.

Herr Professor Dr. J. Geitel in Wolfenbüttel konnte am 24. März auf eine 25jährige Tätigkeit am Gymnasium zu Wolfenbüttel zurückblicken.

Es starben der Astronom Pietro Tacchini, seinerzeit Direktor des Observatoriums in Modena und des Collegio Romano, der etatsmäßige Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule zu Danzig Dr. Paul Behrend.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1905.

Technische Hochschule Aachen.

Wüllner: Experimentalphysik II: Licht und Wärme, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Hagenbach und v. Piranl), tägl. — **Hagenbach**: Experimentalphysik: Wärme, Schall, Licht (enzyklopädischer Kursus), 2; Physikalische Chemie, 2. — **Polis**: Meteorologie II: Klimatologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie, 1; Meteorologische Technik, 1; Übungen im meteorologischen Observatorium. — **Grotrian**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum. — **Herrmann**: Mechanische Technologie I, 3; Fabrikanlagen und Arbeitsmaschinen, 2, Zeichnen, 2. — **Weber**: Mechanische Technologie II, 4. — **Rasch**: Elektrische Starkstromanlagen, 2; Elektrische Bahnen, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi**: Praktische Prüfung elektrischer Maschinen, 2. — **Junkers**: Maschinentechnisches Laboratorium

I, 1. — **Köchy**: Lokomotivbau I, 1, II, Zeichnen, 2; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Zeichnen, 2; Maschinenelemente, 4, Übungen, 5; Eisenbahnwagenbau, 2. — **Obergethmann**: Maschinenbau, 5, Übungen, 6; Maschinenkonstruieren, 6. — **Pinzger**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, II, 6; Kinematik, 2, Zeichnen, 2. — **Lutz**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 2; Maschinenskizzieren, 2; Automobilbau, 2, Übungen, 2; Baumaschinen, 2, Übungen, 2. —

Bredt: Experimentalchemie: Organischer Teil, 6; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Classen**: Chemie der Metalle, 4; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Hinrichsen und Köster); Elektrochemisches Praktikum. — **Rau**: Chemische Technologie, 4; Entwerfen von chemischen Fabrikanlagen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Strutz und Hahn). — **Kapff**: Färberei und Textilchemie, 2. — **Hinrichsen**: Physikalische Chemie, 2; Analytische Chemie vom Standpunkte der Ionentheorie, 1. —

Heffter: Höhere Mathematik I: Integralrechnung und analytische Geometrie des Raumes, mit Übungen, 6; Elemente der analytischen Geometrie und der Differential- und Integralrechnung, mit Übungen, 5. — **Jürgens**: Höhere Mathematik II: Integralrechnung und Differentialgleichungen, 3, Übungen, 1; Algebraische Analysis, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Zeichnen, 2. — **Sommerfeld**: Mechanik I, 4, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1. — **Haußmann**: Markscheiden und Feldmessen, 3, Übungen, 1 Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechenübungen, 2; Ausgleichungsrechnung, 1, Übungen, 2; Markscheiderisches Seminar, 2; Instrumentenkunde, 2. — **Schumann**: Praktische Geometrie I, 3, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 1 Tag; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Geographische Ortsbestimmung, 2; Eisenbahntracieren: Meßübungen im Abstecken. —

Universität Basel.

Hagenbach-Bischoff: Experimentalphysik I, 6; Behandlung physikalischer Aufgaben im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Veillon), 2. — **VonderMühll**: Einleitung in die mathematische Physik, 5 (1 *g*), Übungen, 2 *g*; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. —

Piccard: Liest nicht. — **Nietzki**: Chemisches Vollpraktikum (mit Rupe und Fichter), tägl.; Chemie der aromatischen Verbindungen, 3. — **Kahlbaum**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen und physikalischen Chemie I, mit historischer Einleitung, 2; Kolloquium über theoretische Chemie, 1 Nachmittag *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Rupe**: Die Methoden der organischen Synthese, 2 bis 3; Chemisches Kränzchen (mit Nietzki und Fichter), 1. — **Fichter**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium, tägl. — **Nienhaus**: Pharmakognosie, 3; Pharmazeutische Chemie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 6; Mikroskopisches Praktikum, 2; Pharmazeutisches Kränzchen, 1 *g*. —

Kinkelin: Differential- und Integralrechnung II (Anwendungen), 3; Differentialgleichungen, 3; Analytische Geometrie der Ebene, 3. — **Riggenbach**: Populäre Astronomie: Das Planetensystem, 2; Astronomische Übungen, 2 *g*. — **Spiess**: Einleitung in die Funktionentheorie, 2; Algebra, 3. —

Universität Berlin.

Drude: Experimentalphysik II: Licht und Elektrizität, 5, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im Laboratorium, a) für Geübtere, tägl., b) für Anfänger (mit Blasius), 7, c) für Pharmazeuten (mit Starke), 3. — **Planck**: Theoretische Optik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Slaby**: Ausgewählte Kapitel aus der Elektrotechnik, 2 *g*. — **Neesen**: Über Kathoden- und Röntgenstrahlen und über die radioaktiven Körper, 2. — **Blasius**: Übungen im Anschluß an das Praktikum, 1 *g*; Physikalischer Kursus für Mediziner, 3½ oder 4. — **E. Meyer**: Technische Physik der Verbrennungskraftmaschinen, 2. — **Weinstein**: Philosophische Grundlagen der Naturwissenschaften, 1 *g*; Theorie der Elektrizität und des Magnetismus nach Maxwell und Hertz, 3. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik II: Elastizitätslehre und Hydrodynamik, 4. — **Aschkinass**: Über sichtbare und unsichtbare Strahlen und ihre Beziehungen zur Elektrizität und zum Magnetismus (experimentell), 1½. — **Starke**: Über die elektrischen Entladungen und ihre Begleiterscheinungen (Kathoden-, Röntgenstrahlen etc.), 1. — **F. Martens**: Spektralanalyse, Dispersionslehre, Photometrie (experimentell), 2. — **Börnstein**: Experimentalphysik II: Optik und Elektrizitätslehre, 3; Dioptrik, 2; Physikalische Arbeiten für Geübtere, tägl.; Übungen im Gebrauch physikalischer Apparate für künftige Lehrer, 4; Das Wetter und seine Voraussagung, 1 *g*. — **Fock**: Einleitung in die Physik und Chemie, 1. — **Roth**: Elektroanalyse, 1. — **Gehrcke**: Ausgewählte Kapitel aus der Optik, unter besonderer Berücksichtigung der neueren Forschungen, 1 *g*. — **v. Ihering**: Maschinenkunde mit Übungen, 4. — **v. Bezold**: Theoretische Meteorologie II: Thermodynamik der Atmosphäre, 2; Meteorologische Übungen a) für Anfänger, 3, b) für Geübtere, tägl.; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*. — **Leß**: Praktische Witterungskunde, 2. —

Landolt: Anorganische Experimentalchemie, 5. — **Fischer**: Praktische Arbeiten im ersten chemischen Laboratorium (mit Gabriel, Pschorr, Diels und Stock), tägl. — **Nernst**: Einführung in die thermodynamische Behandlung chemischer Prozesse, 2; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalisch-chemischen Laboratorium, a) anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl., b) physiko-chemische Übungen (mit Roth), 7, c) physiko-chemische Arbeiten (mit Jahn), tägl. — **Liebreich**: Praktische chemische Übungen im pharmakologischen Institut (mit Spiegel), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Claisen**: Organische Experimentalchemie, 5. — **Wichelhaus**: Technologie für Chemiker I: Anorganische Stoffe, mit Experimenten und Exkursionen, 4; Übungen im technologischen Institut der Universität, tägl. — **E. Salkowski**: Praktischer Kursus der Chemie für Mediziner (mit Neuberg), 6. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Organische Experimentalchemie, 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, Farbstoffe, Alkaloide etc., 5; Chemische Experimentalübungen im Organischen Laboratorium, tägl. — **Biedermann**: Technische Chemie I: Anorganische Stoffe, mit Demonstrationen, 4; Über Steinkohlenteer und Teerfarbstoffe, 2 *g*. — **Gabriel**: Qualitative und quantitative chemische Analyse, 2. — **Thoms**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie und Harnanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, mit Experimenten, 4; Praktische Übungen im pharmazeutischen Institut (mit W. Traube), tägl. — **Schotten**: Ausgewählte Kapitel der physiologischen und technischen Chemie, 2. — **H. Traube**: Mineralchemie, 1. — **Marckwald**: Stereochemie, 1. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer und Koppel), tägl.; Praktische Übungen in der Gas- und Maßanalyse, 3. — **W. Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1; Quantitative chemische Analyse, 1. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Meyerhoffer**: Phasenlehre nebst technischen Anwendungen, 2. — **Emmerling**: Bakteriologie für Chemiker, 1; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner, 6. — **Busse**: Ausgewählte Kapitel der Bakteriologie für Pharmazeuten, 1. — **R. J. Meyer**: Chemie der selteneren Elemente, mit Experimenten, 2. — **Buchner**: Überblick der organischen Experimentalchemie, 3; Die Gärungstheorien, mit Experimenten, 1; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum (mit Meisenheimer), tägl. — **Pschorr**: Über Alkaloide, 1. — **Spiegel**: Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung (rationelle Arzneimittelsynthese), 2. — **Ruhland**: Gärungen und Enzyme, 1. — **Neuberg**: Chemisches und Physiologisches über Eiweiß und Zucker für Chemiker und Mediziner, 1 *g*. — **Sachs**: Analyse und Konstitutionsermittelung organischer Verbindungen, 1. — **Koppel**: Kolloquium über allgemeine und physikalische Chemie, 1½. — **O. Diels**: Einführung in die Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. — **Stock**: Kolloquium über anorganische Chemie, 2. — **Meisenheimer**: Anleitung zu chemischen Vorlesungsversuchen, 2. —

Schwarz: Integralrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 4; Über die

Gaußische hypergeometrische Reihe, 2 *g*; Mathematische Kolloquien, 2 *g*. — **Frobenius**: Theorie der algebraischen Gleichungen II, 4. — **Knoblauch**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 4; Theorie der Raumkurven und Flächen II, 4; Ausgewählte Kapitel der Theorie der elliptischen Funktionen, 1 *g*. — **Lehmann-Filhés**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Landau**: Einleitung in die Funktionentheorie, 4. — **Schottky**: Lineare Differentialgleichungen, 4. — **Hettner**: Über die Transzendenz der Zahlen e und π, 2. — **Schur**: Analytische Geometrie, 4; Zahlentheorie II: Theorie der algebraischen Zahlen und der Ideale, 4. — **Foerster**: Geschichte der mittelalterlichen Astronomie, 2; Zur Theorie und Geschichte des Fernrohrs, 1 *g*; Theorie und Kritik der Raummessung, 2. — **v. Richthofen**: Einführung in den Gebrauch nautischer Instrumente, *g*. — **Struve**: Praktische Astronomie, 3; Übungen im Seminar des Recheninstituts, 1 *g*. — **Helmert**: Methode der kleinsten Quadrate, 1; Schwerkraft und Gestalt der Erde, 1 *g*. — **Bauschinger**: Theorie der Störungen der Himmelskörper, 3, Übungen, 1 *g*. — **Scheiner**: Photometrische Prinzipien, 1; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **Pringsheim**: Physik der Sonne mit Experimenten, 1 *g*. — **Marcuse**: Einführung in die astronomische Geographie und kosmische Physik, mit Lichtbildern, 1½; Theorie und Anwendung astronomischer Instrumente, besonders für die Zwecke geographischer Ortsbestimmung, mit Exkursionen in mechanischen Werkstätten und Demonstrationen auf der Sternwarte, 2. — **Ristenpart**: Über Doppelsterne, 1. —

Technische Hochschule Berlin.

Kurlbaum: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4, für Praktikanten der chemischen Laboratorien, 2; Mathematische Physik, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden, 2; Physikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente, 4. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik I, 2; Elektromagnetismus und Induktion mit besonderer Berücksichtigung der Elektrotechnik, 4; Grundzüge der Elektrochemie, 2. — **Krigar-Menzel**: Theorie des Lichtes, 4; Theorie der Wärmeleitung und der Strahlung, 2. — **Rubens**: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium: Physikalische Messungen, 4. — **Gleichen**: Photographische Optik und Anleitung zur Berechnung photographischer Objektive, 2. — **Groß**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Einleitung in die mathematische Physik, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 2; Grundzüge der Energetik, 1. — **Petzoldt**: Über die Kausalität, 1 *g*. — **Kaßner**: Die Niederschläge mit besonderer Berücksichtigung der Technik, 1. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Photochemie und photochemische Prozesse, 2; Konstruktionstypen photographisch-optischer Instrumente, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Lichtpausübungen, 2 oder 4 wöchige Kurse. — **Servus**: Theorie der Schwingungen mit besonderer Rücksicht auf die elektrischen Schwingungen, 2. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektromechanik, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 4 Tage. — **W. Wedding**: Elektrotechnische Meßkunde, 2; Beleuchtungstechnik, 2. — **W. Reichel**: Elektrotechnische Konstruktionslehre I, 4, Übungen, 4; Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 2. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 3. — **Streeker**: Elektrotelegraphie, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Straßenbahnen, 2; Elektrische Einrichtungen moderner Zentralen und Leitungsnetze, 2. — **Kapp**: Bau der Dynamomaschinen für Gleichstrom, 2, Übungen, 3. — **Vogel**: Blitzableiter und elektrische Sprengmethoden, 2. — **Zehme**: Wechselstrom-Bahnen, 2. — **Riedler**: Verbrennungsmaschinen, 4, Übungen, 4. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **v. Borries**: Eisenbahn-Maschinenbau, Fahrzeuge, Oberbau, Betriebs- und Verkehrs-Anlagen, Unterhaltung, 4, Übungen, 4; Kraftwagen: Automobilen, Übungen, 2; Eisenbahn-Maschinenwesen, für Bau-Ingenieure, 2. — **Heyn**: Mechanische Technologie I und Eisenhüttenkunde, 2; Mechanische Technologie II und Materialienkunde, 4, Übungen, 2; Zustandsänderung der Metalle, 2 *g*. — **Hörmann**: Spezielle mechanische Technologie, 4; Werkzeugmaschinen, 2. — **Josse**: Wärmetechnik, 2; Übungen I, 14 tägig, 5, II, 6, III, 10. — **Kammerer**: Maschinenelemente, Übungen, 8; Hebemaschinen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 4; Entwerfen von schwierigeren Hebemaschinen und von Maschinen zu Verkehrsanlagen für staatliche, kommunale und industrielle Betriebe, 4. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, Übungen, 4; Dampfkessel, 2, Übungen, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen, 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2; Technische Physik der Verbrennungskraftmaschinen, 2. — **E. Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, Übungen, 4. — **Schlesinger**: Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 4; Fabrikbetriebe, 2, Übungen, 4. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau (einschließlich Dampfturbinenbau), 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Dynamik, 2; Angewandte Hydraulik, 4. — **Heinel**: Theorie, Konstruktion und Verwendung der Kälteerzeugungsmaschinen, 2, Seminar, 2; Maschinenkunde, 2, Übungen, 4. — **Hilpert**: Die Verarbeitung der Kupfer-Zink- und Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze, Messing usw.) in der Metall-Industrie, 2. — **Leist**: Mechanik I, 4, Übungen, 2; Technik der Kälteerzeugung, 4. —

v. Knorre: Analytische Chemie: Qualitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Angewandte Elektrochemie: Elektrometallurgie, Galvanoplastik und Galvanostegie, quantitative Analyse durch Elektrolyse, 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, zyklische Verbindungen, Farbstoffe, Alkaloide usw., 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Witt**: Chemische Technologie I: Technologie der Wärme und des Wassers, Technologie der anorganischen Verbindungen (Chemische Großindustrie), 4; Glas, Keramik, Apparatenkunde, 4; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **v. Buchka**: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie II, 4; Abriß der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung der Mineralöle und übrigen Naphtaprodukte: Benzin, Petroleum, Schmieröle, Paraffin usw., 2; Übungen in organisch-technischen Materialprüfungen (Heiz- und Brennöle, Schmiermittel aus Mineralölen), 2. — **Traube**: Thermochemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3; Über radioaktive Stoffe und Theorie der Elektronen, 1. — **Arndt**: Einführung in die physikalische Chemie, 2. — **Börnstein**: Verbrennung und Heizung, 1. — **Frölich**: Einleitung in die Elektrotechnik für Chemiker, 1. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albumine (Eiweiß, Casein, künstliche Nährmittel, Blutpräparate usw.), mit Exkursionen, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Köthner**: Grundlagen der Laboratoriumspraxis I und II, für Anfänger, 3; Probleme der anorganischen Chemie, 1. — **Kühling**: Maßanalyse, 2; Stöchiometrie, 1. — **Simonis**: Repetitionen aus der organischen Chemie in Form von Kolloquien, 2; Organisch-chemische Analyse, 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Voswinckel**: Terpene und Kampfer, 1. — **Wolffenstein**: Die neueren Arzneimittel, 2. —

Hettner: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Theorie der Raumkurven und Flächen, 1. — **Dziobek**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Mechanik, 4. — **N.N.** (d. V.: Steinitz): Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Hertzer**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Jolles**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Steinitz**: Variationsrechnung, 2; Funktionentheorie II, 2: Niedere Analysis und Algebra, 2; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 4. — **Cranz**: Variationsrechnung, 2. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Jahnke**: Die Vektoren und ihre Anwendung auf Probleme der Mechanik und mathematischen Physik, 2; Repetitorium über analytische Geometrie, über Differential- und Integralrechnung und über Differentialgleichungen, 2. — **R. Müller**: Differential- und Integralrechnung, 4. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4

und 2; Geodätisches Praktikum II, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Planzeichnen, 2; Höhere Geodäsie, 2. — **Schulz**: Niedere Geodäsie, 4; Methode der kleinsten Quadrate, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Optik, 6; Wärmelehre (Schluß), 1 *g*; Repetitorium der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, 4; Theoretisch-praktischer Kurs der Photographie, 4. — **Gruner**: Radioaktive Substanzen und Emanationen, 1; Einleitung in die theoretische Physik, 2; Elektromagnetische Lichttheorie, 3. —

Friedheim: Spezielle anorganische Chemie, 4; Qualitative und quantitative Analyse (Metalloide), 2; Allgemein verständliche Vorträge über chemische Technologie mit Projektionen, 1½; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1, Praktikum, tägl. — **Tambor**: Einführung in die Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Repetitorium der Chemie der carbo- und heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten im Privatlaboratorium; Kolloquium über qualitative Analyse, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1. — **Schaffer**: Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, 2; Nachweis der chemischen Konservierung der Lebensmittel, 1 *g*; Übungen im Laboratorium für Lebensmitteluntersuchung. — **Ephraim**: Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie, 1½; Theoretische Erläuterungen zum Praktikum in der qualitativen Analyse für Anfänger, 1. — **König**: Das Leitvermögen der Elektrolyte, 1. —

Graf: Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Elliptische Funktionen mit Repetitorium, 3; Bestimmte Integrale und Gammafunktionen mit Repetitorium, 3; Funktionentheorie, 2; Differentialgleichungen II, 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar, 2. — **Ott**: Differentialrechnung, 2; Analytische Geometrie der Ebene I, 2; Analytische Geometrie des Raumes, 2; Algebraische Analysis I, 2; Goniometrie und ebene Trigonometrie, 2; Mathematische Übungen, 2. — **Sidler**: Geometrische Übungen, 2. — **G. Huber**: Sphärische Astronomie II, 2; Analytische Geometrie des Raumes inkl. Theorie der Flächen zweiten Grades, 2. — **Benteli**: Elemente der darstellenden Geometrie, 4; Praktische Geometrie mit Übungen auf dem Terrain, 3. — **Crelier**: Projection centrale, 2; Synthetische Geometrie, 2. — **Moser**: Einführung in die Lebensversicherungsrechnung, 1 bis 2; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar (mit Graf), 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Laboratorium für Anfänger (mit Konen und Eversheim), 8; Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Konen**: Spektralanalyse, 2. — **Eversheim**: Physikalische Meßmethoden (im Anschluß an das physikalische Praktikum), 2. — **Kaufmann**: Wellenlehre und Optik, 4; Übungen zur Optik, 1 *g*. — **Bucherer**: Theorie der elektrischen Schwingungen, 2. — **A. Pflüger**: Physik des Athers, 1. —

Anschütz: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. außer Sonnabend. — **Schroeter**: Zyklische Kohlenstoffverbindungen II: Höhere aromatische und heterozyklische Substanzen, 2. — **Schmidt**: Organische Stickstoffverbindungen, 2; Polarimetrie und Refraktometrie und ihre Anwendungen in der Chemie, 1. — **Rimbach**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Theoretische Chemie II: Verwandtschaftslehre, Thermochemie, Elektrochemie, 2; Übungen in der mikrochemischen Analyse, 2 *g*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3 *g*. — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie II (organisch), 3; Arzneimittelprüfung, 1; Übungen im Sterilisieren von Arzneimitteln, *g*. — **Kippenberger**: Chemie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel I, 2; Besprechung nahrungsmittelchemischer Gutachten, 1 *g*; Gärungschemie, 1. — **Binz**: Chemische Technologie: Anorganischer Teil, mit Exkursionen, 2; Technologisches Praktikum, 2 *g*. — **Laar**: Photographische Chemie, 2; Photographisches Praktikum, 16 *g*. — **Löb**: Physikalische Chemie I: Die allgemeinen Eigenschaften der Stoffe, 2; Phasenlehre und Thermodynamik, 1; Osmotischer Druck und Ionenlehre, 1 *g*; Moderne Naturanschauungen, 1 *g*. —

Kowalewski: Determinantentheorie, 2; Theorie der Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*; Mengenlehre und Grundlagen der Funktionentheorie, 1. — **London**: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, mit Zeichenübungen, 3. — **Study**: Mechanik II, 3; Geometrische Abbildungsmethoden, 3; Seminar (mit London und Kowalewski), 14tägig, 2 *g*. — **Küstner**: Theorie der Bahnbestimmung II, 3; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer). — **Mönnichmeyer**: Geschichte der Astronomie, 1. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Weber: Physikalisches Praktikum (mit Prümm); Experimentalphysik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der mathematischen Physik, 2; Potentialtheorie, 2. — **Harting**: Wissenschaftliche Photographie, 2. — **Peukert**: Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2; Grundzüge der Elektrochemie, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Cruse), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Cruse). — **Mosler**: Die Funkentelegraphie, 1; Elektrische Kraftübertragung, 1. — **Franke**: Dampfmaschinenbau, 4, Übungen, 8; Pumpmaschinenbau, Gebläse und Kompressorenbau, 4, Übungen, 8. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, Übungen, 4; Maschinenelemente, 4, Übungen, 10; Grundzüge des Maschinenbaues, 2. — **Skutsch**: Betriebsmittel für Straßen- und Eisenbahnen, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, Übungen, 4; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Übungen, 4; Maschinenzeichnen, 6; Technische Mechanik I, 5, Übungen, 2, Repetition, 2. — **Schöttler**: Technische Mechanik II, 4, Übungen, 1, Repetition, 1; Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Mechanisches Laboratorium II, für Fortgeschrittenere (mit Preuß). — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Papierfabrikation, 3; Technologische Übungen, 2. —

R. Meyer: Organische Experimentalchemie, 6; Chemische Technologie der Faserstoffe, 1; Arbeiten im Laboratorium für analytische und technische Chemie (mit Biehringer und Spengler); Chemisches Kolloquium, *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie für technische Chemiker, 2; Stöchiometrische Rechnungen, 1; Chemisch-technische Rechnungen, 1; Chemie der Metalle, 2. — **E. Müller**: Elektrochemie, 2; Metallurgie, 2; Chemische Technologie I, 5; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Lucas). — **Reinke**: Chemische Technologie II, zweiter Teil, technische Herstellung der Zuckerarten, 4; Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Zuckertechnik, 2, Betriebsstörungen in der Gärungs-, Stärke- und Zuckertechnik und Molkerei, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe (mit Streitwolf); Besprechungen aus dem Gebiete der chemischen Technologie II, monatlich 2 *g*. — **Beckurts**: Abwässereinigung, 1; Wasser- und Harnuntersuchung, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger und Frerichs). — **Troeger**: Analytische Chemie, für Pharmazeuten, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, für Pharmazeuten, 2; Gasanalyse, 1. — **Linde**: Pharmakognosie, 3; Pharmakognostisches Praktikum, 3. —

Fricke: Analytische Geometrie und Algebra, 2; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2; Analytische Mechanik, 3. — **R. Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Geometrie der Bewegung, 3; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Kurven und Flächen, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch fester Körper, für Architekten, 4, Übungen, 2. — **Koppe**: Geodäsie II, 2, Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung II, 2; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 2, Übungen, 2; Vermessungsübungen I (mit Bohlan), 4, II, 8; Planzeichnen (mit Bohlan), 2. — **Bohlan**: Instrumentenkunde, Übungen, 2. —

Universität Breslau.

Lummer: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Schäfer), für Anfänger, 3 oder 6, für Geübtere, tägl. — **Schaefer**: Theoretische Mechanik, 4; Beziehungen zwischen Elektrizität, Magnetismus und Licht, 1 *g*. —

Ladenburg: Allgemeine Experimentalchemie, 6; Praktisch-chemische Übungen, a) für Chemiker (mit Abegg), ganz- und halbtägig, b) für Mediziner, 4, c) für Landwirte, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Abegg**: Physikalisch-chemisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Physikalische Chemie II: Elektrochemie mit Experimenten, 2, Mathematische Ergänzungsstunden; Ausgewählte Kapitel der Photochemie und Photographie mit Demonstrationen, 1 *g*; Physiko-chemisches Praktikum (mit Meyer), 3. — **Herz**: Analytische Chemie, 2; Physikalische Chemie für Studierende der biologischen Naturwissenschaften und Medizin, 2; Stöchiometrie (ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie), 2. — **Meyer**: Thermodynamische Behandlung chemischer Prozesse, 1; Terpene und Alkaloide, 1; Geschichte der Chemie, 1. — **Gadamer**: Anorganische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, 1; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*. — **Ahrens**: Chemische Technologie der Gärungsindustrien, 2; Chemische Technologie I: Anorganischer Teil, 4; Chemisch-technisches Praktikum nebst Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Über Wasser und Abwässer, 1 *g*. — **Flügge**: Kursus zur Erlernung der Sterilisierungs- und wichtigsten bakteriologischen Untersuchungsmethoden, für Pharmazeuten, 4. —

Kneser: Enzyklopädie der Elementarmathematik, 4; Partielle Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*; Übungen für Anfänger, 2 *g*. — **Rosanes**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Elemente der Invariantentheorie, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Sturm**: Theorie der geometrischen Verwandtschaften I, 4; Kurven und Flächen 3. Ordnung, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Landsberg**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Franz**: Übersicht über die technische Mechanik und Theorie der astronomischen Instrumente, 2; Theorie der Bahnrechnung der Kometen und Planeten, 3 *g*; Astronomisches Praktikum für Vorgerückte, tägl.; Übungen in Bahnrechnung, 1; Astronomisches und geodätisches Praktikum für Anfänger, 2. —

Technische Hochschule Brünn.

Jaumann: Physik, 5, Korrepetitionen, 1; Physikalisches Praktikum, 3. — **Szarvassi**: Grundzüge der Physik, 3. — **Kann**: Physik des Eisens, 2. — **Zickler**: Elektrotechnische Messungen, 2; Elektrische Beleuchtungsanlagen, 3; Elektrotechnisches Praktikum I, für Anfänger, 4, III, S. — **Niethammer**: Bau elektrischer Maschinen I, 3; Bau elektrischer Apparate, 1; Projektierung elektrischer Anlagen, 2; Elektrische Bahnen, 1; Elektrotechnische Konstruktionsübungen I, 4, II, 4, III, 4. — **Schiel**: Allgemeine Maschinenkunde II, 2. — **Musil**: Maschinenbauelemente, 4, Konstruktionsübungen, 6; Konstruktionsübungen für Maschinenbau I, 4; Technisches Zeichnen (Maschinenzeichnen), 6. — **Wellner**: Maschinenlehre und Maschinenbau IIa: Theorie und Bau der Wärmemotoren I, 6; Konstruktionsübungen, 10, IIc: Theorie und Bau der Wärmemotoren III, 6, Konstruktionsübungen, 14. — **Hellmer**: Mechanik I, 3, II, 3, Übungen, 1. — **Schmeichler**: Das Sehen an optischen Instrumenten, 1. —

Habermann: Organische Chemie, 6; Analytische Chemie I: Allgemeiner Teil, 2; Chemische Übungen I, 10, II, 20. — **Ehrenfeld**: Anwendung physikalisch-chemischer Grundsätze auf die analytische Chemie, 2. — **Frenzel**: Elektrochemie II (Anwendungen), 2; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Hönig**: Chemische Übungen III, 20; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 3; Technische Warenkunde der nicht organisierten Rohstoffe, 2. — **Donath**: Chemische Technologie I, 6, III, $1^1/_2$, Übungen, 20. — **Weinreb**: Spezielle Färberei und Zeugdruckerei, mit Übungen, 2. — **Ulrich**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe II, 2, Praktikum. — **Mikosch**: Technische Mikroskopie, 1, Übungen, 2; Technische Warenkunde der organisierten Rohstoffe, 3, Mikroskopische Übungen, 4. — **Haußner**: Mechanische Technologie I: Metalle und Holz, 5, II: Spezielle Technologie der Faserstoffe, 2; Mechanische Bautechnologie, 3. —

Waelsch: Mathematik I, 2. Teil, 5, Korrepetitionen, 2 u. 1. — **Biermann**: Mathematik II: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 3, Korrepetitionen, 1; Mathematische Näherungsmethoden, 2; Über doppeltperiodische Funktionen, 1. — **Fischer**: Algebraische Gebilde, 2; Mathematische Übungen: Variationsrechnung, 1. — **Rupp**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Übungen, 4. — **Obenrausch**: Geschichte der Geometrie, 1. — **Prastorfer**: Technisches Zeichnen, 6. — **Nießl v. Mayendorf**: Niedere Geodäsie, 2; Vermessungsübungen, 12; Situationszeichnen, 6; Höhere Geodäsie, 3; Meteorologie und Klimatologie, 3. — **Steiner**: Elemente der niederen Geodäsie, 3. —

Universität Czernowitz.

Handl: Praktisch-physikalische Übungen, 4 *g*. — **Tumlirz**: Theoretische Mechanik, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g*; Mathematisch-physikalisches Proseminar, 2 *g*. —

Přibram: Allgemeine Chemie II, 5; Chemische Übungen im Laboratorium, 20; Pharmazeutische Chemie, 5. —

Daublebsky v. Sterneck: Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung), 2; Funktionentheorie, 3; Mathematisches Seminar, 2 *g*. —

Technische Hochschule Danzig.

Wien: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, 4; Sichtbare und unsichtbare Strahlung, 1; Kleines physikalisches Praktikum, 8; Großes physikalisches Praktikum, tägl. — **Zenneck**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Physikalische Chemie I und II, 3; Photographische und Lichtpausübungen, 1, Übungen, 3; Physikalisch-chemisches Praktikum, 3. — **Lorenz**: Dynamik starrer Körper, 6; Hydromechanik, 2; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 2. — **Roeßler**: Elektrotechnik I, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I, 4, II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen und Leitungsnetze (mit Simons), 2, Übungen, 4. — **Simons**: Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Schulze-Pillot**: Maschinenelemente, 4, Übungen, 4; Kraft- und Arbeits-Maschinen mit Kreiselrädern, 2, Übungen, 4; Kraftanlagen und Energieverteilung, 2, Übungen, 2. — **Wagener**: Wärmemechanik, 2; Maschinenlaboratorium I, 4, II, 4; Kolbenkraftmaschinen, 4, Übungen, 4; Kolben-Arbeitsmaschinen, 2, Übungen, 2. — **Jahn**: Eisenbahnmaschinenbau, 4, Übungen, 4; Eisenbahnwerkstätten, 2; Dampfkessel für Maschinenbauer, 2, Übungen, 3, für Elektrotechniker, 2: Enzyklopädie des Eisenbahnmaschinenwesens, 2. — **Tischbein**: Maschinenlehre, 5, Übungen, 6; Lasthebemaschinen, 3, Übungen, 3; Werkzeugmaschinen und Fabrikbetriebe, 2, Übungen, 4. — **Mentz**: Schiffsmaschinen I, 4, II, 2; Schiffskessel I, 2; Entwerfen von Schiffskesseln, 2; Entwerfen von Schiffsmaschinen, 4. — **Schütte**: Zeichnen und Entwerfen von Schiffen I, 2; Theorie des Schiffes I und II, 4, III, 2, für Abteilung II, 1; Zeichnen und Entwerfen von Schiffen II, 4; Inneneinrichtungen von Schiffen, 1; Entwerfen von Schiffen II, 4, III, 4. — **Hoßfeld**: Einrichtung der Kriegsschiffe, 2; Entwerfen von Einzelheiten der Kriegsschiffe, 4. — **Krieger**: Konstruktion der Kriegsschiffe, 2; Entwerfen von Kriegsschiffen I, 4. — **Schnapauff**: Praktischer Schiffbau I, 4, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 4. —

N. N.: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 3; Chemische Untersuchung landwirtschaftlicher wichtiger Stoffe, 2; Chemische Technologie des Wassers, 1; Praktikum im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie und landwirtschaftliche Gewerbe, tägl. — **Ruff**: Praktikum im anorganisch-chemischen Laboratorium, tägl.; Anorganisch-chemische Technologie, 2; Technische Elektrochemie, 1; Praktikum im elektrochemischen Laboratorium, tägl. — **Wohl**: Organische Experimentalchemie, 4; Untersuchung von Heizstoffen und Gasanalyse, Übungen, 3; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. —

v. Mangoldt: Höhere Mathematik I: Differentialrechnung, analytische Geometrie, Anfangsgründe der Integral-

rechnung, 5. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 3; Graphische Statik, 2, Übungen, 3. — **Sommer**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Einführung in die höhere Mathematik, 5. — **Eggert**: Niedere Geodäsie, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätisches Praktikum II, 2; Graphische Ortsbestimmung, 2. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeissig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Ausgewählte Kapitel aus der Lehre von der elektromagnetischen Induktion, 2. — **Zeissig**: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus, 4, Repetitorium, 1. — **Forch**: Ausgewählte Kapitel aus der Lehre von der Strahlung, 1 *g*. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente II, 2; Grundzüge der Kartenprojektionslehre, 1; Populäre Astronomie, 2. — **Fritsch**: Photographische Übungen, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2, II, 2. Übungen (mit Feldmann), 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz und Sengel), halbtägig, tägl.; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende. — **Wirtz**: Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elemente der Elektrotechnik, 3; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 2, Übungen, 3; Projektieren elektrischer Licht- und Kraftanlagen, Übungen, 2; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. — **Feldmann**: Asynchrone Motoren, 1; Elektrizitätszähler und ihre Verwendung, 1. — **v. Roeßler**: Maschinenzeichnen, Übungen, 4; Mechanische Technologie I, 2, II, 4; Werkzeugmaschinen, Übungen, 3; Hüttenmaschinen, 1. — **Lincke**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 9; Zeichen- und Konstruktionsübungen in Maschinenelementen, 3. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahn-Maschinenbau I, 3, II, 2; Konstruktionsübungen zu Eisenbahn-Maschinenbau und Gasmotoren, 3; Maschinenbau-Praktikum I, 3. — **Gutermuth**: Dampfkessel, 2; Pumpmaschinen, 4; Maschinenanlagen und ihre Berechnung, 2; Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau-Praktikum II, 3. — **Pfarr**: Regulatoren zu Wasserkraftmaschinen, 1; Fabrikanlagen, 2; Konstruktionsübungen zu Hebemaschinen, Wasserkraftmaschinen und Fabrikanlagen, 6; Maschinenbau-Praktikum III, 3; Hydraulik, 2, Übungen, 1. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. — **Greim**: Meteorologisches und klimatologisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum (mit Kolb, Keppeler und O. Richter), tägl. außer Sonnabend. — **Rudolphi**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie, 1. — **Finger**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Teerfarbstoffe, 4; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie (mit Schwalbe), tägl. außer Sonnabend; Farbstoff- und Färberei-Praktikum (mit Schwalbe). — **Kolb**: Analytische Chemie I, 2; Methoden der organischen Analyse, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Keppeler**: Thermochemie, 2 *g*. — **Schwalbe**: Chemische Technologie der Gespinstfasern, 1 *g*. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 2; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmakognosie, 1, Übungen, 1; Pharmazeutische Gesetzeskunde; Mikroskopische Untersuchungen vegetabilischer Nahrungs- und Genußmittel, Übungen. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 2; Metallurgie, 2; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann und Winteler), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Winteler und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum (mit Neumann, Winteler und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. außer Sonnabend. — **Neumann**: Hüttenmännische Probierkunst, mit Übungen, 2 *g*; Elektroanalyse und die neueren Anschauungen über analytische Vorgänge, 1 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie II, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, 1; Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technik, 1½; Photochemie, 1. — **Sonne**: Chemisch-technische Untersuchung der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8; Anleitung zu den mikroskopischen und bakteriologischen Untersuchungen von Nahrungs- und Genußmitteln, von Wasser, sowie von pathologischen Sekreten und Exkreten (mit Heyl), Übungen. —

Graefe: Repetitorium der Elementar-Mathematik, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik für Architekten, Chemiker, Elektrochemiker und Geometer, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik II, 2, Übungen, 1. — **Gundelfinger**: Höhere Mathematik I für Ingenieure, Maschinenbauer und Elektrotechniker, 5, Übungen, 3; Analytische Übungen, für Vorgerücktere, 1. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I für Ingenieure, Maschinenbauer und Elektrotechniker, 5, Übungen, 3; Elemente der höheren Algebra, mit Übungen, 2. — **Scheffers**: Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 3, Übungen, 2; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Synthetische Geometrie, 2; Arbeiten im mathematischen Institut, 3 *g*. — **Fenner**: Geodäsie, 4; Geodätische Übungen, 12; Ausarbeiten der geodätischen Vermessungen, 2. — **Gast**: Astronomische Orts- und Zeitbestimmung, 2, Übungen, 2. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik I, 6; Reine Kinematik, mit Übungen, 2. — **Schlink**: Über Reibung, 1; Allgemeine Untersuchungen von Fachwerken, 2; Repetitorium der Mechanik, 2; Die wichtigsten Differentialgleichungen der Festigkeitslehre und ihre Verwertung für Aufgaben der Praxis, 1. —

Technische Hochschule Dresden.[1])

Hallwachs: Experimentalphysik; Physikalisches Praktikum; Praktikum für größere physikalische Arbeiten. — **Toepler**: Physikalische Meßkunde. — **Krone**: Theorie und Praxis der Photographie; Lichtpausen. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik; Theorie des Wechselstromes; Elektrotechnisches Praktikum für Anfänger; Elektrotechnisches Laboratorium; Spezialarbeiten; Elektrotechnisches Kolloquium (mit Kübler). — **Kübler**: Dynamomaschinen; Elektrische Fahrzeuge und Bahnen; Elektrische Arbeitsübertragung und Betriebsanlagen; Übungen in der Behandlung konstruk. Aufgaben an dem Elektromaschinenbau. — **Ulbricht**: Eisenbahnsignalwesen und elektrische Eisenbahneinrichtungen. — **L. Lewicki**: Dampfmaschinen; Wasserkraftmaschinen; Ausgewählte Kapitel aus dem Maschinenbau: Pumpen; Maschinenkonstruieren; Arbeiten im Maschinenlaboratorium A, mit Kolloquium; Größere Arbeiten im Maschinenlaboratorium A. — **Mollier**: Gasmaschinen; Kältemaschinen; Kinematik; Arbeiten im Maschinenlaboratorium B; Größere Arbeiten im Maschinenlaboratorium B. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie; Werkzeugmaschinen; Praktikum für Faserstofftechnik. — **Scheit**: Untersuchung von Baumaterialien; Festigkeitslehre. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre: Kraftmaschinen; Technisches Zeichnen; Skizzieren; Skizzieren in Perspektive. — **Buhle**: Maschinenelemente; Abriß der Maschinenelemente; Maschinenkonstruieren; Hebe- und Transportmaschinen; Konstruieren. — **E. Lewicki**: Grundzüge der technischen Hydraulik; Skizzieren von Maschinenteilen nach dem Gedächtnis mit vorbereitendem Vortrag. —

Hempel: Experimentalchemie (anorganische); Anorganisch-chemisches Praktikum (qualitative Analyse); Anorganisch-chemisches Praktikum (quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse). — **v. Meyer**: Organisch-technische Chemie; Chemische Technologie der Kohlehydrate: Zellulose, Zucker-, Stärkefabrikation; Gärungsgewerbe; Erdöl-Industrie; Geschichte der technischen Chemie bis zur Gegenwart; Organisch-chemisches Praktikum. — **Möhlau**: Chemie des Steinkohlenteers: Die Rohmaterialien und Zwischenprodukte für die Industrie der organischen Farbstoffe; Chemie der chemischen Technologie der organischen Farbstoffe; Praktikum für Farbenchemie; Praktikum für Färbereitechnik; Praktikum für größere Arbeiten aus dem Gebiete der Farbenchemie bezw. Färbereitechnik. — **Dietz**: Chemische Technologie des Glases. — **F. Foerster**: Physikalische Chemie (zugleich

1) Nach dem Vorlesungsverzeichnis der „Hochschulnachrichten". (Direkt vorläufig nicht zu erlangen.)

Einführung in die Elektrochemie); Praktikum für Elektrochemie; Praktikum für größere Arbeiten aus dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie. — **Renk**: Gewerbehygiene; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker. — **Schloßmann**: Physiologisch-chemisches Praktikum für Geübtere. — **v. Walther**: Chemie der heterozyklischen Verbindungen. — **Bucherer**: Praktische Übungen aus dem Gebiete des Patentwesens; Prinzipien und Methoden der chemischen Technik. — **Lottermoser**: Chemie der Kolloide; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Analyse mit besonderer Berücksichtigung der anorganischen Chemie. —

Disteli: Darstellende Geometrie; Kinematische Geometrie der Ebene und der Kugel. — **Fuhrmann**: Differential- und Integralrechnung; Anwendung der Elementarmathematik; Geodätisches Praktikum; Geodätisches Zeichnen. — **Helm**: Analytische Geometrie; Seminar; Einleitung in die Thermodynamik und mathematische Chemie; Analytische Mechanik für Verm.-Ingenieure; Versicherungstechnisches Seminar. — **Krause**: Integralrechnung; Theorie der Differentialgleichungen; Mathematisches Seminar. — **Heger**: Raumkurven dritter Ordnung. — **Naetsch**: Numerische Auflösung algebraischer Gleichungen; Sphärische Trigonometrie. — **Grübler**: Technische Mechanik; Graphost. Übungen. — **Pattenhausen**: Methode der kleinsten Quadrate; Höhere Geodäsie; Sphärische Astronomie; Planzeichnen (Schriftzeichnen); Katastervermessungsübungen; Geodätisches Praktikum; Skizzieren geodätischer Instrumente; Triangulierungsübungen; Größere Terrainaufnahmen. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik: Wärme, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 44; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Wehnelt**: Mathematische Physik I: Mechanik und Wärme, 4, Übungen, 2 *g*; Elektrotechnik, mit Berücksichtigung der elektromedizinischen Apparate, 2. —

Fischer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktikum im chemischen Laboratorium (mit Busch) a) Halbpraktikum, 20, b) Vollpraktikum, 40; Praktikum für Mediziner (mit Busch und Gutbier), 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Ausmittelung von Giften, 1; Chemisches Praktikum, ganztägig, 44, halbtägig, 24 bezw. 20; Praktischer Kurs für Studierende der Pharmazie, 20; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genußmittel, ganztägig, 44, halbtägig, 24 bezw. 20. — **Busch**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe, 2; Qualitative und quantitative chemische Analyse II: Metalloide, 2. — **Henrich**: Anwendung physikalisch-chemischer Theorien auf Probleme der organischen Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Anleitung zur Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Untersuchungen, *g*. — **Jordis**: Einführung in die physikalische Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel der angewandten Chemie von physikalisch-chemischem Standpunkte, 1; Chemisches Seminar II, für Fortgeschrittene, 3; Elektrochemisches Praktikum: a) für Anfänger, 3, b) für Fortgeschrittene, 5, c) Halbpraktikum, 20, d) Vollpraktikum, 40. — **Gutbier**: Chemisches Seminar I für Chemiker und Pharmazeuten, 2. —

Gordan: Raumgeometrie, 4; Zahlentheorie, 4; Übungen im Seminar, 3 *g*. — **Noether**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Elliptische Funktionen, 3; Vorträge und Übungen in synthetischer und darstellender Geometrie, 4 *g*; Analytische Übungen, *g*. —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Königsberger), für Studierende der Naturwissenschaften an 2, für Mediziner und Pharmazeuten an 1 Nachmittage. — **Königsberger**: Akustik und Hydrodynamik, 2; Übungen aus der analytischen Mechanik, 2. —

Gattermann: Organische Experimentalchemie, 5; Grundzüge der Stereochemie, 1 und 2 *g*; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. außer Sonnabend; Übungen im Experimentieren und Vortragen für künftige Lehrer der Chemie, 2 *g*. — **Meyer**: Grundzüge der physikalischen Chemie, 2; Spektralanalyse mit praktischen Übungen, 3; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten. — **Willgerodt**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Technologie mit Exkursionen, 2. — **Edinger**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2. — **Fromm**: Repetitorium der organischen Chemie für Mediziner, 2. — **Müller**: Spezielle Chemie der Metalle, mit besonderer Berücksichtigung neuerer Forschungen, 2. — **Meigen**: Maßanalyse, 1; Ausgewählte Abschnitte aus der Geschichte der modernen Chemie, 1; Praktische Übungen im Bestimmen von Mineralien auf chemischem Wege, 2; Praktische Übungen in der Gasanalyse, 2. —

Lüroth: Elliptische Funktionen, 4½; Numerisches Rechnen (ausgewählte Kapitel), 2. — **Stickelberger**: Integralrechnung mit Übungen, 5; Infinitesimalgeometrie, 3; Mathematisches Seminar, 2. — **Loewy**: Algebraische Gleichungen, 4; Über die Grundlagen der Geometrie (allgemein verständlich), 2. — **Seith**: Kegelschnitte in elementargeometrischer Darstellung, 2. — **Wilski**: Einführung in die praktische Geometrie, 1, Übungen, 2. —

Universität Gießen.

König: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 4½: Physikalisches Praktikum, 6; Praktikum für Vorgeschrittene, tägl.; Elektronenlehre: Metall-Optik, 1; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2. — **Fromme**: Thermodynamik, 4; Niedere Geodäsie, 3, Praktische Übungen, 1 Nachmittag. — **Schmidt**: Elektrische Meßmethoden, 1; Übungen zur theoretischen Physik: Elektrische Schwingungen, 1. —

Naumann: Organische Experimentalchemie, 5¼; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Thomae), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Schroeder**: Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, mit erläuternden Versuchen, 1; Einleitung in die organische Chemie, 2. — **Thomae**: Pharmazeutisch-chemische Präparate I, 2; Gerichtliche Chemie, 1. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum für Landwirte, tägl. außer Sonnabend; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, 1½; Organische Farbstoffe, 2. — **Brand**: Chemische Technologie II: Technologie der organischen Stoffe, mit Exkursionen, 2; Elektrochemie, allgemeiner Teil, 1. —

Pasch: Elemente der höheren Mathematik I, 4, Übungen, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 1½. — **Netto**: Algebra, 4; Differentialgeometrie, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 1½. — **Graßmann**: Gewöhnliche Differentialgleichungen, mit Übungen, 3; Darstellende Geometrie II, mit Übungen, 4. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik I, 3; Physikalische Übungen, 4; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 40 *g*; Ausgewählte Probleme der Mechanik, 1 *g*. — **Voigt**: Physikalische Übungen, 4; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 40 *g*; Hydrodynamik, 4, Übungen, 1 *g*; Kristalloptik, 2. — **Simon**: Gleichstromelektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Charakteristische Kurven, 1 *g*; Selbständige Arbeiten, 48 *g*; Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Stark**: Radioaktivität und Elektronik, 2. — **Bose**: Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3; Ausgewählte Kapitel der Thermodynamik, 2. — **Wiechert**: Elektrodynamik der Elektronen, 2; Meteorologie, 2; Wetter, 1 *g*; Elektronentheorie, 2 *g*; Geophysikalisches Praktikum, *g*. — **Prandtl**: Technische Wärmelehre, 3; Maschinentechnik, 2; Praktikum im mechanischen Laboratorium, 3; Praktikum im Maschinenlaboratorium, 3; Selbständige Arbeiten, 40 *g*; Elek-

trotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Dolezalek**: Elektrochemie, 4; Physiko-chemische Arbeiten und Übungen, tägl.; Physikochemisches Kolloquium (mit Tammann), 1 *g*. — **Coehn**: Photochemie und Spektralanalyse, 2; Chemische Technologie vom Standpunkte der physikalischen Chemie, 1. —

Wallach: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum, 20 bis 40; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten, 1 *g*. — **Tammann**: Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, 20; Metallographie, 1; Pyrochemische Untersuchungen, 1 *g*; Kolloquium über Arbeiten auf dem Gebiete der physikalischen und anorganischen Chemie (mit Dolezalek), 1 *g*. — **Tollens**: Agrikulturchemie (Pflanzenernährung), 3; Agrikultur-chemisches Praktikum, 30. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 4; Gerichtlich-chemische Analyse, 2. — **Fischer**: Chemische Technologie, 2; Industrie Deutschlands, 1; Technologische Übungen, 1 *g*. — **Kötz**: Prinzipien und Theorien analytischer und anorganischer Prozesse, 2. — **v. Braun**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der organischen Stickstoffverbindungen, 1; Chemische Tagesfragen, 1 *g*. — **Borsche**: Chemie der hydroaromatischen Verbindungen, 2; Färberei-chemische Übungen, 3. —

Klein: Elementarmathematik vom höheren Standpunkte, 4; Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Hilbert**: Zahlentheorie, 4; Logische Prinzipien des mathematischen Denkens, 2; Elektronentheorie, 2 *g*. — **Schwarzschild**: Himmelsmechanik I, 3; Populäre Astronomie, 1 *g*; Astronomisches Kolloquium, 2 *g*. — **Minkowski**: Differentialgleichungen, 4; Automorphe Funktionen, 2; Elektronentheorie, 2 *g*. — **C. Runge**: Differential- und Integralrechnung I, 3, Übungen, 3; Elektrotechnisches Seminar, 2 *g*. — **Brendel**: Versicherungsmathematik, für Mathematiker, 2; Mathematische Übungen im Versicherungsseminar, 2 *g*. — **Ambronn**: Geographische Ortsbestimmungen, 2; Methode der kleinsten Quadrate, 2, Rechenübungen, 3 *g*; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, tägl. — **Abraham**: Partielle Differentialgleichungen der Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1. — **Blumenthal**: Analytische Geometrie, 4; Funktionentheoretische Übungen, 2. — **Zermelo**: Funktionentheorie, 4. — **Herglotz**: Flächentheorie, 2; Funktionentheoretische Übungen, 2; Elektronentheorie, 2 *g*. —

Universität Graz.

Pfaundler: Experimentalphysik, 5; Physikalische Übungen (mit Beundorf), I, für Studierende der naturwissenschaftlichen Fächer, 6, II, für Studierende der Mathematik und Physik, 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend. — **Waßmuth**: Thermodynamik, 5; Übungen im Seminar für mathematische Physik, 3 *g*. — **Streintz**: Thermodynamik und Osmotik der elektrischen Kette, 3. — **Benndorf**: Meteorologie, 3; Ausgewählte Kapitel der Erdbebenkunde, 2. —

Skraup: Organische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger tägl. außer Sonnabend, für Vorgeschrittene, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4. — **Schrötter**: Chemie der Methanderivate I, 2; Chemie der natürlichen Alkaloide, 1. — **Henrich**: Kündigt später an. — **v. Hemmelmayr**: Organische Synthese, 1. —

Frischauf: Höhere Analysis und deren Anwendung auf Geometrie, 5. — **v. Dantscher**: Elemente der Funktionentheorie, Differentialrechnung, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Streißler**: Darstellende Geometrie IV, 3. — **Hillebrand**: Wahrscheinlichkeitsrechnung mit besonderer Berücksichtigung der Methode der kleinsten Quadrate, 3; Theorie der Meteoriten, 2. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, 3; Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik, 1; Elektrotechnische Übungen, 8. — **Streintz**: Wärmelehre II: Thermochemie, 2; Der Bleiakkumulator und das Akkumulatorproblem, $1^1/_2$. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, II, $1^1/_2$; Allgemeine Maschinenkunde II, $2^1/_2$ und $1^1/_2$; Maschinenbau II, 3^1. — **Bendl**: Maschinenbau Ia, 4, Übungen, 8, IIa, 3, Übungen, $9^1/_2$, IIb, Übungen, 15. — **Iberer**: Technisches Zeichnen: Maschinenzeichnen, 4. —

Emich: Organische Chemie II, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 1, Laboratoriums-Unterricht und Übungen, 18; Chemische Technologie der organischen Stoffe, 4, Laboratoriums-Unterricht und Übungen, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe. — **B. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der chemischen Maßanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 4; Elektrochemie II: Angewandte Elektrochemie, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der Darstellung anorganisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe. — **v. Hemmelmayr**: Organisch-chemische Analysenmethoden, 1. — **F. Reinitzer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 3, Übungen, 4. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik II, 4; Baumechanik II, 4, Übungen, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik, 4, Übungen, 2. — **Schüßler**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6, Seminarübungen, 2; Technisches Zeichnen, 3. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik (einschließlich der Elemente der graphischen Statik) II, 4, Übungen, 1; Technische Mechanik II, 3. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie II, 4; Sphärische Astronomie, 2; Praktische Meßübungen: Feldübungen; Katasterwesen und Meßgesetze, 2; Situationszeichnen, 4. —

Universität Greifswald.

N. N.: Theorie des Lichts, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalische Übungen für Studierende der Naturwissenschaften, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Besprechungen über neuere physikalische Arbeiten (mit Mie), 2 *g*. — **Holtz**: Galvanische und Induktionselektrizität, 2; Physik der Erde: Physische Geographie, 1 *g*; Meteorologie mit Einschluß der optischen Erscheinungen, 1 *g*. — **Mie**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 4, Elementarmathematische Ergänzungen, 1 *g*; Kleines Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate, 1; Thermodynamik mit Anwendungen auf die Wärmekraftmaschinen, 2, Übungen, 1 *g*. — **Berg**: Einführung in die Theorie der Elektrizität, 2; Lektüre eines Abschnittes aus Faradays Experimentaluntersuchungen, 1. —

Auwers: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, tägl., für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), tägl., für Mediziner (mit Strecker), $3^1/_2$, Erläuterungen, $^3/_4$ *g*. — **Scholtz**: Pharmazie: Organischer Teil, 3; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Chemisches Kolloquium, 2 *g*. — **Posner**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2; Theorie und Praxis der Photographie, in Verbindung mit praktischen Übungen, 1, Praktikum, 2, Exkursionen. — **Strecker**: Gewichtsanalyse, 2; Titrieranalyse, 1; Chemie der für die Zahnheilkunde wichtigen Metalle, 1. — **Anselmino**: Die synthetischen Arzneimittel und die Beziehungen zwischen ihrer Konstitution und Wirkung, 1. —

Thomé: Integralrechnung, 4; Theorie der algebraischen Flächen und Raumkurven, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Engel**: Funktionentheorie II, 4; Theorie der Transformationsgruppen (Fortsetzung), 4; Differentialgeometrie, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Vahlen**: Analytische Geometrie, 3, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie, 3. — **Ebert**: Wird noch ankündigen. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Licht, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Arbeiten von Geübten, tägl.; Linsentheorie, 2 *g*. — **Schmidt**: Elektrizität und Magnetismus, 3; Wellenlehre und ihre Verwendung in der drahtlosen Telegraphie, mit Experimenten, 1 *g*. — **Valentiner**: Besprechung der wichtigsten Aufgaben des physikalischen Praktikums, 1; Theorie der Akustik und der Kapillaritätserscheinungen, 2, Übungen, 1 *g*. —

Volhard: Analytische Chemie, 2; Übungen im chemischen Laboratorium (mit Doebner und Vorländer), tägl.

außer Sonnabend, für Studierende der Medizin, 4; Übungen im Experimentalvortrag, 1 *g*. — **Doebner**: Anorganische Chemie, mit Rücksicht auf Pharmazie und Medizin, 4; Über neuere Arzneimittel, 1 *g*. — **Vorländer**: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5 *g*. — **Baumert**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel II: Die hauptsächlichsten Verfälschungen und deren Nachweis, 2; Praktische Übungen, tägl. außer Sonnabend. — **Erdmann**: Technische Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum. —

Cantor: Analytische Mechanik, 5; Darstellende Geometrie, 4; Übungen in der Zahlentheorie, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Elliptische Funktionen, 5; Sphärische Trigonometrie und mathematische Geographie, 3; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*; Konforme Abbildung, 1 *g*. — **Eberhard**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Buchholz**: Anwendung der Variationsrechnung auf höhere Mechanik, 3; Praktische Übungen in geographischer Ortsbestimmung mit 2 Sextanten und 3 Theodoliten, 3 *g*. — **Bernstein**: Analytische Geometrie der Ebene, 3; Elemente der Theorie der Differentialgleichungen, 2. —

Technische Hochschule Hannover.

Dieterici: Experimentalphysik: Elektrizität und Magnetismus, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Precht), 4. — **Precht**: Photographie, mit Übungen, 2; Grundzüge der Spektralanalyse, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Beckmann, Winkelmann, Meyer und Behne), 8, II, nach Übereinkunft, für Maschineningenieure, 8. — **Heim**: Elektrische Anlagen II (mit Reichelt), 3, Übungen, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren (mit Reichelt), 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übungen (mit Reichelt), 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger I, 1; Elektrotechnische Meßkunde I, 2, II, 1. — **Franke**: Technische Physik, 4; Technisch-physikalisches Seminar, 2. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie (mit Anthes), 4; Spezielle Technologie I, einschließlich Werkzeugmaschinenkunde (mit Anthes), 3, Übungen, 4. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Diedrich, Quelle, Siekmann und Kirchhoff), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Diedrich, Quelle und Siekmann), 4; Schiffbau 3, Übungen, 4. — **Frank**: Maschinenorgane (mit Ryssel, Wegener und Pilgram), 4, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Pilgram), 3, Übungen, 3. — **Frese**: Ingenieur-Laboratorium (mit Mestwerdt, Schaefer, le Noir und Schürmann), I, 1, Übungen, 8, II, Übungen, 8; Theoretische Maschinenlehre: Kinematik (mit Schaefer), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Griffel), 3, Übungen, 4; Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, 2; Übungen im Entwerfen von Fabrikanlagen und Eisenbahn-Werkstätten, 3. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre II (mit Schmidt), 4; Hebezeuge und Pumpen (mit Schmidt und Griffel), Übungen, 4; Wasserhaltungs-, Förder- und Gebläsemaschinen, 3. — **Weber**: Mechanik I, 4, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 3. — **N. N.** Maschinenzeichnen (mit Wegener, Schaefer und Griffel), 4. —

Seubert: Grundzüge der Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Jänecke und Becker), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Maßanalyse, 2. — **Behrend**: Physikalische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Keiser), tägl. außer Sonnabend. — **Jänecke**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1. — **Keiser**: Anorganisches Kolloquium, 2; Chemische Tagesfragen, 1; Die Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Ost**: Chemische Technologie II, 3; Glas und Tonwaren, 1; Farbstoffe und Färberei, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit E. Meyer), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit E. Meyer), tägl. außer Sonnabend. — **Laves**: Grundzüge der physiologischen Chemie, mit Demonstrationen, 2. — **Rinne**: Kristallographie für Chemiker, 4. —

Kiepert: Differential- und Integralrechnung II, 6, Übungen, 2, Repetition, 1; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 5, Übungen, 1. — **Stäckel**: Differential- und Integralrechnung I, 3, Übungen, 1; Über kleine Schwingungen, 4 oder 5; Anwendungen der höheren Mathematik, 4. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Peters, Fresenius und Fatken), 3, Übungen, 6; Darstellende Geometrie I (mit Peters, Fresenius und Fatken), 3, Übungen, 6. — **Reinhertz**: Grundzüge der praktischen Geometrie (mit Petzold), Übungen, 3; Praktische Geometrie: Planzeichnen (mit Petzold), 4; Geodäsie I (mit Petzold), 2, Übungen, 6; Grundzüge der astronomischen Ortsbestimmung (mit Petzold), mit Übungen, 2. — **Petzold**: Geodätisches Rechnen, 1. —

Universität Heidelberg.

Quincke: Experimentalphysik: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, 4; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im physikalischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Übungen des physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Pockels**: Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 3; Theoretisch-physikalische Übungen, 1 *g*; Grundzüge der kinetischen Gastheorie, 1. — **Weber**: Einführung ins physikalische Praktikum, 2; Wissenschaftlich-photographische Übungen, 2, für Fortgeschrittene, 2. — **Kalähne**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik, 1. —

Curtius: Allgemeine Chemie II: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen und Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl.; Chemisches Anfängerpraktikum für Mediziner, 3; Chemisches Praktikum für Mediziner, halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Einführung der Mediziner in das praktische Studium der Chemie, 1; Chemischer Referateabend (mit Jannasch, Knoevenagel, Bredig, Stollé, Klages, Mohr, Darapsky und Franzen), 14tägig, 2 *g*. — **Brühl**: Organische Chemie, 3; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Jannasch**: Titrier-Analyse, 2; Ausmittelung der Gifte, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3; Chemisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 8. — **Knoevenagel**: Chemische Technologie: Anorganische Prozesse, mit Ausflügen, 2. — **Bredig**: Theoretische und angewandte Elektrochemie, 3; Chemie der extremen Temperaturen, 1; Theoretische Übungen in physikalischer Chemie, 14tägig, 1½ *g*. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische Arbeiten und Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger. — **Dittrich**: Quantitative Analyse durch Elektroanalyse, mit Übungen, 1; Chemisches Praktikum und Anleitung zu wissenschaftlichen anorganisch-analytischen Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum, für Anfänger und Mediziner, halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Elektroanalytisches Praktikum, 3; Ferienkurse: Chemisches Praktikum, ganztägig, vierwöchentlich, in den Osterferien nach Semesterschluß beginnend, in den Herbstferien von Mitte September bis Mitte Oktober. — **Stollé**: Qualitative Analyse, 2; Pharmazeutische Chemie I: Anorganischer Teil, 2; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Klages**: Chemie der hydroaromatischen Verbindungen, einschließlich der Kampfer und Terpene, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 2. — **Mohr**: Stereochemie, 1. — **Darapsky**: Entwickelung der organischen Chemie im 19. Jahrhundert, 1. — **Franzen**: Gärungschemie, 1. —

Koenigsberger: Differential- und Integralrechnung, 4; Funktionentheorie, 4; Mathematisches Unter- und Oberseminar, 2. — **Cantor**: Algebraische Analysis, 4; Arithmetik und Algebra, für Kameralisten, 3. — **Koehler**: Analytische Geometrie der Ebene, 3; Einleitung in die darstellende Geometrie, 2. — **Boehm**: Elementarmathematik: Geometrie, 4; Theorie der Wirbelbewegungen von Helmholtz, 2. — **Valentiner**: Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 4. — **Wolf**: Meteorologie, 2 *g*; Elemente der Astronomie: Fixsterne, 1 *g*. —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum: a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4, c) für Mediziner, 4; Physikalische Spezialuntersuchungen, tägl. — **Auerbach**: Einführung in die theo-

retische Physik, 3; Über physikalischen Schulunterricht, 1 event. 2. — **Straubel**: Geophysik, 2. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Wolff): a) Vollpraktikum, tägl., b) Halbpraktikum, halbtägig, tägl., c) Praktikum für Mediziner, 6 oder 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Rabe), tägl. — **Wolff**: Maßanalyse, 2; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Immendorff**: Grundzüge der anorganischen und organischen Chemie (Experimentalchemie) für Landwirte, 5; Großes und kleines chemisches Praktikum für Landwirte; Agrikulturchemisches Seminar für Fortgeschrittenere, 2 *g*. — **Vongerichten**: Chemie der Teerfarbstoffe, 2; Technisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie II: Organische Chemie, 2; Darstellung und Prüfung der Arzneimittel, Ausmittelung der Gifte, für Pharmazeuten, Halbpraktikum; Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel: a) Vollpraktikum, b) Halbpraktikum. — **Rabe**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Besprechung neuerer chemischer Arbeiten, *g*. — **Gänge**: Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2; Praktische Übungen durch Spektralanalyse, Mikroskopie und Polarisation des Lichtes zum Zwecke chemischer Untersuchungen, *g*. —

Thomae: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Ultraelliptische Funktionen, 2. — **Gutzmer**: Differentialrechnung, mit Übungen, 5; Differentialgleichungen, 4. — **Frege**: Mechanik I, 4; Mathematische Übungen, 2 *g*. — **Knopf**: Zeit- und Ortsbestimmungen mit praktischen Übungen auf der Sternwarte, 4; Geodäsie mit praktischen Übungen im Gelände, 2; Übungen im wissenschaftlichen numerischen Rechnen, 2. — **Rau**: Technische Mechanik, 5; Perspektive und Axonometrie, 1; Graphische Übungen, 3 *g*. — **Ambronn**: Anleitung zur Benutzung des Polarisationsmikroskops bei histologischen Untersuchungen, 1; Übungen in der Handhabung des Mikroskops und seiner Nebenapparate, 2; Einleitung in die Theorie der Apparate für Mikrophotographie und Projektion, 2 *g*. —

Universität Innsbruck.

Czermak: Experimentalphysik: Galvanismus, Akustik, Optik, 5 *g*, Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*, für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Radaković**: Praktische Übungen für Anfänger, 6 *g*. — **Tollinger**: Kündigt eventl. später an. — **Hammerl**: Elektrotechnik II: Über ein- und mehrphasige Wechselstrommaschinen, 2. — **Trabert**: Wetter und Klima, 3; Konversatorium über Probleme der theoretischen Meteorologie, 2; Der Föhn, 1 *g*. —

Brunner: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen in analytischer und pharmazeutischer Chemie, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner I, 6; Praktische Übungen in analytischer Chemie für Hörer der Philosophie, tägl. — **Hopfgartner**: Pharmazeutische Chemie, 5. — **Zehenter**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe, mit Exkursionen, 2. —

Otto Stolz: Arithmetik: Die Lehre von den reellen Zahlen, als Einleitung in die Differentialrechnung, 4; Übgn. zur reellen Arithmetik und elementaren Algebra, 1 bis 2; Theorie der Funktionen von komplexen Veränderlichen nach Weierstraß (Fortsetzung), 1. — **Zindler**: Über Differentialgleichungen (Fortsetzung), mit Übungen, 3; Flächentheorie, mit Übungen, 4. — **Menger**: Projektive Geometrie (Fortsetzung), 2. — **v. Oppolzer**: Die Bahnbestimmung der Doppelsterne, 2; Die Sonne, 2. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Seminar (mit Sieveking), 1; Physikalisches Repetitorium (mit Sieveking), 1; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6; Elektrizität und Licht, 1. — **Schultheiß**: Synoptische Meteorologie, mit Übungen, 1. — **Arnold**: Dynamobau I: Gleichstrommaschinen und synchrone Wechselstrommaschinen, 3, II: Transformatoren und asynchrone Wechselstrommaschinen, 2; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 12, II, 8. — **Meidinger**: Ältere Anwendungen der Elektrotechnik (Blitzableiter, Galvanoplastik, Telegraphie, Telephonie), 2; Ventilationsanlagen im einzelnen, mit Exkursionen, 1. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 4. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 1; Elektrische Anlagen und Leitungen, 2; Übungen im Entwerfen von elektrischen Anlagen, 3; Elektrische Beleuchtung, 2. — **Bragstad**: Theorie der Wechselströme, 1, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2; Anwendung der Elektromotoren oder Wechselstromkommutatoren, 2. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum (mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, Darstellung lichtempfindlicher Präparate), 4; Exkursionen, 1 Nachmittag. — **Benoit**: Pumpen und Gebläse, 3; Hebemaschinen, 4; Maschinenzeichnen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen und Gebläsen, 6. — **Brauer**: Festigkeitslehre, 2, Übungen, 3; Hydraulik, 3; Kinematik, 2; Mechanisches Laboratorium; Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit, Hydraulische Versuche, 3. — **Graßmann**: Dampfmaschinen und Kessel II, 4; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6; Entwerfen von Dampfmaschinen für Studierende der Elektrotechnik, 6; Maschinenanlagen, 2, Übungen, 6. — **Keller**: Maschinenelemente, 3; Maschinenkonstruktion: Triebwerke etc., für Studierende des Maschinenwesens, 8, für Studierende der Elektrotechnik, 4, für Studierende des Ingenieurwesens: Triebwerke, Hebezeuge etc, 4; Lokomotivbau, 3; Hebemaschinen für Ingenieure, 1. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation, 2, Übungen, 3; Mechanische Technologie: Berg- und Hüttentechnik, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, 2; Technologische Exkursionen. —

Bunte: Chemische Technologie I: Baumaterialien, Glas, Keramik etc., 2, II: Chemische Großindustrie, 2; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), für Chemiker, 4, für Maschineningenieure, 3; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage. — **Engler**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Stereochemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Le Blanc**: Physikalische Chemie II: Verwandtschaftslehre, 2; Wissenschaftliche Grundlagen der analytischen Chemie, 1; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium, für Vorgeschrittene, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs, 8 Wochen; Übungen im elektrochemischen Laboratorium für Elektrotechniker, 3. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Analytische Chemie I, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, für Maschineningenieure und Elektrotechniker, 1. — **Haber**: Spezielle technische Elektrochemie mit Demonstrationen, 3; Chemische Technologie der Faserstoffe II: Bleicherei, Färberei, Druckerei, 2, Übungen, 2. — **Kast**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 1; Moderne Spreng- und Treibmittel, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Scholl**: Chemie der Benzolderivate I und II, 2. — **Wöhler**: Chemie der Metalle, 2. —

Haußner: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 3, Übungen, 1; Synthetische Geometrie, 2, Übungen, 1. — **Heun**: Mechanik II, 4, Übungen, 2; Behandlung von Problemen der Mechanik, 2; Mechanisches Seminar für Fortgeschrittenere, 4; Elementarmechanik, 2. — **Krazer**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Schur**: Darstellende Geomotrie II, 4, Übungen, 4; Übungen in Perspektive, 3. — **Wedekind**: Höhere Mathematik II, 2; Grundlehren der höheren Mathematik, 4. — **Hamel**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 1; Elemente der Mechanik, 3. — **Ludwig**: Projektionslehre, 2, Übungen, 4. — **Haid**: Geodätisches Praktikum II, für Ingenieure, Forstleute und Geometer, 6, III, für Ingenieure, 3; Größere Vermessungsübung am Schlusse des Sommersemesters, 2 Wochen. — **Bürgin**: Plan- und Terrainzeichnen, für Ingenieure, 2, für Forstleute, 2, für Geometer, 4. —

Universität Kiel.

Weber: Potentialtheorie und Elektrostatik, 4; Theorie physikalischer Messungsapparate mit anschließenden Übungen, 1; Physikalische Technologie unter besonderer Berücksich-

tigung des Eisenbahnwesens, mit Exkursionen, 2; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Ausgewählte physikalische Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend. — **Lenard**: Experimentalphysik: Optik, Elektrizität, Magnetismus, 4; Physikalisches Praktikum für Anfänger, auch für Mediziner, 7; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener, tägl. außer Sonnabend; Besprechungen physikalischer Fragen, 1 *g*. —

Harries: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum I, in der anorganischen Abteilung (mit Biltz), a) ganz-, b) halbtägig, tägl. außer Sonnabend, II, in der organischen Abteilung, tägl., für Mediziner (mit Biltz), 4. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiet der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Biltz**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie II (Organische Betriebe), mit Exkursionen, 2; Einführung in das praktische Studium der Chemie, 1 *g*. — **Berend**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Fettreihe, 1 *g*. — **Emmerling**: Agrikulturchemie, 1 *g*. — **Stoehr**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Feist**: Chemie der Benzolderivate, 2. — **Preuner**: Die wichtigsten Kapitel der Verwandtschaftslehre, 2. —

Pochhammer: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Theorie der bestimmten Integrale, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Harzer**: Ausgewählte Rotationsprobleme aus der Mechanik des Himmels, 3; Übungen im numerischen Rechnen, 1 *g*. — **N. N.**: Differentialrechnung und Einleitung in die höhere Analysis, 4; Analytische Mechanik, 4, Übungen, $1^1/_2$ *g*. — **Kreutz**: Reduktion der Fixsternörter, 2; Theorie des Ring- und Kreuzstabmikrometers, 1 *g*. — **Kobold**: Niedere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen, 2 *g*. — **Weinnoldt**: Darstellende Geometrie, 4. — **Großmann**: Geographische Ortsbestimmungen, 2. — **Strömgren**: Störungen in parabelnahen Bahnen I: Numerische Integration, II: Analytische Ausdrücke, 2. —

Universität Königsberg.

Volkmann: Einführung in das Studium der theoretischen Physik, 4; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6, Größere spezielle Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Physikalisch-theoretische Übungen, 1 *g*. — **Schmidt**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 3, für Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Kathoden- und verwandte Strahlen, 1 *g*. —

Klinger: Allgemeine und anorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 4; Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend, für Chemiker, ganztägig, für Mediziner und Naturwissenschaftler, halbtägig; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Chemie: Massenwirkung, Phasenregel, 1 *g*. — **Stutzer**: Allgemeine und angewandte Chemie II: Kohlehydrate und Gärungschemie, 4; Landwirtschaftliche Chemie: Ernährung der Pflanzen, 4; Bakterienkunde, 1; Praktische Übungen im Laboratorium, ganztägig und halbtägig; Exkursionen, 1 Tag *g*. — **Blochmann**: Ausgewählte Kapitel aus der technischen Chemie, mit anschließender Besichtigung einschlägiger Fabrikanlagen, 1; Anleitung zur Herstellung anorganischer Präparate, 1 *g*. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 5; Toxikologische Chemie, 1; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Methoden der Arzneimittelprüfung, I, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Löwenherz**: Einleitung in die anorganische Chemie, für Chemiker und Mediziner, mit Demonstrationen, 2; Elektrochemische und physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten, *g*; Die chemischen Reaktionen vom Standpunkte des Gesetzes der Massenwirkung, 1 *g*. —

Meyer: Elliptische Funktionen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Schoenflies**: Differentialrechnung, 5; Übungen im mathematischen Seminar, für Fortgeschrittene, 2 *g*. — **Battermann**: Theorie der astronomischen Instrumente, 3; Übungen an Instrumenten der Sternwarte, 2 Abende *g*. — **Saalschütz**: Analytische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Einleitung in die Theorie der bestimmten Integrale, 3 *g*. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Scholl), 9, für Mediziner und Pharmazeuten, 3; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Einleitung in die theoretische Physik, 3, Übungen, 1 *g*; Thermodynamik der Strahlung, 2; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Oettingen**: Geometrisch-perspektivisches Zeichnen, 2 *g*. — **Marx**: Elektrotechnik III: Wechselströme (Mehrphasengeneratoren und drahtlose Telegraphie) mit Experimenten, 2. — **Dahms**: Praktische Photographie, mit besonderer Berücksichtigung der Farben-Photographie, 2; Wärmetheorie II: Kinetische Gastheorie und Theorie der Wärmeleitung, 1. — **Scholl**: Elektrotechnik I: Magnetischer Kreis und Gleichstrommaschinen, 2. —

Ostwald: Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Luther), ganz- und halbtägig, tägl. — **Beckmann**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittel-Chemie, tägl.; Pharmazeutisch-toxikologisches Praktikum, halbtägig, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Beck, Lockemann und Heller), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl. — **Hantzsch**: Anorganische Chemie, 5, Ergänzung, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Analytiker, a) ganztägig, tägl., b) halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Stobbe, Rassow und Ley), tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6. — **Stobbe**: Organische Experimentalchemie: Die aromatischen Verbindungen, 3. — **Wagner**: Qualitative Analyse, 1; Technik der Experimentalchemie und Erläuterung von Schulversuchen, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Lehrer: Schulversuche und Analyse, ganz- oder halbtägig, tägl. — **Rassow**: Chemische Technologie: Brenn- und Leuchtstoffe und ausgewählte anorganische Betriebe, mit Exkursionen, $1^1/_2$; Metallurgie mit Exkursionen, 1; Chemisch-technologisches Praktikum für Fortgeschrittenere, tägl. — **Luther**: Allgemeine Chemie I: Stöchiometrie, Periodisches System und Theorie der übereinstimmenden Zustände, 2. — **Bodenstein**: Physikalische Chemie ausgewählter technischer Prozesse, 2. — **Schall**: Elektrochemie organischer Verbindungen, 1. — **Ley**: Konstitutionsbestimmung auf physiko-chemischer Grundlage: Organische Verbindungen, 1; Stereochemie, 2. — **Beck**: Gasanalyse und kalorimetrische Bestimmungen, mit Experimenten, 1; Anwendungen der Phasenlehre in der Praxis, 1. — **Lockemann**: Analytische Chemie, 2. — **Heller**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Deussen**: Pharmazeutisch-chemische Präparate: Anorganischer Teil, 2; Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, 1. —

Neumann: Ausgewählte Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Bruns**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektiv-Maßlehre, 4; Seminar für wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Mayer**: Gewöhnliche Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hölder**: Einführung in die Theorie der algebraischen Gleichungen, 2; Allgemeine Funktionentheorie, 4, Übungen, 1 *g*. — **Rohn**: Analytische Geometrie der Ebene, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie I, 2, Übungen (mit Liebmann), 2. — **Peter**: Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 2. — **Hausdorff**: Differentialgeometrie: Theorie der Kurven und Flächen, 4. — **Liebmann**: Theorie der bestimmten Integrale, 3; Nichteuklidische Geometrie, 2. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Feußner), 2; Physikalisches Praktikum (mit Feußner), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl.; Übungen zur theoretischen Physik (mit Feußner), 2 *g*. — **Feußner**: Theoretische Physik III: Elektrizität und Magnetismus, 4. — **Schulze**: Elastizitätstheorie, 2; Anleitung zur Berechnung einfacher physikalischer Aufgaben, 1. —

Zincke: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie für Chemiker und Mediziner, 6; Repetitorium für Mediziner über organische Chemie, 1; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Schenck), tägl., für Mediziner, 4. — **E. Schmidt**:

Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbständige Arbeiten (mit Rupp). — **Fittica**: Theoretische Chemie, 2; Neuere Geschichte der Chemie, 1 *g.* — **Schaum**: Physikalische Chemie, 3; Physiko-chemische Kosmographie, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum: Optischer Teil, 2; Anleitung zu physikalisch-chemischen Messungen aus dem Gebiet der Optik, 1 *g.* — **Reißert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Schenck**: Chemische Technologie: Anorganischer Teil, 3. — **Rupp**: Maßanalyse, 1; Untersuchung von Wasser und Harn, 1; Repetitorium der Chemie, 4. —

Hensel: Theorie der mehrdeutigen algebraischen und transzendenten Funktionen und der Riemannschen Flächen, 4; Anwendung der elliptischen Funktionen auf Probleme der Geometrie, der Algebra und der Physik, 2; Theorie der algebraischen Zahlen (Idealtheorie), 2; Übgn. des mathematischen Seminars, 1½ *g.* — **Neumann**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4; Gewöhnliche Differentialgleichungen, 3; Mathematische Übungen für jüngere Semester, 2 *g.* — **v. Dalwigk**: Höhere Kapitel aus der Geometrie, 4. — **Jung**: Differentialrechnung, 5. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik II, 5; Praktische Übungen im physikalischen Laboratorium, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Graetz**: Analytische Mechanik II, 4; Theorie der Wärme und kinetische Gastheorie, 4. — **Korn**: Einführung in die analytische Mechanik, 4; Über Telegraphengleichung und die Theorie der Wechselströme, 2. — **Erk**: Meteorologisches Praktikum, tägl. *g.* — **Donle**: Interferenz- und Beugungserscheinungen in der Optik, 2. —

v. Baeyer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit K. Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Koenigs und Willstätter in der organischen Abteilung), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Hofmann und Vanino), 4. — **Hilger**: Chemie in ihrer Anwendung auf Pharmazie und Medizin I: Anorganische Chemie, 4; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Nahrungsmittelchemie II, 1; Forense Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum: Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der angewandten Chemie, speziell der Nahrungsmittel, physiologische Chemie und elektrochemische Arbeiten, halb- und ganztägig. — **Koenigs**: Über Kohlehydrate, 1 *g.* — **K. Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie I: Alkalimetalle, Erdalkalien und Schwermetalle, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4, für physikalisch-chemische und spektralanalytische Methoden (mit Sand), 4. — **Piloty**: Über maßanalytische Methoden, 2; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Willstätter**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendung in der Färberei, 4. — **Dieckmann**: Stereochemie, 1 *g.* — **Sand**: Physikalische Chemie II: Elektrochemie, 2. — **Wieland**: Ausgewählte Kapitel aus der neueren Literatur der organischen Chemie, 2. —

Lindemann: Analytische Geometrie des Raumes, 5; Bestimmte Integrale und Fouriersche Reihen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **v. Seeliger**: Theorie der Rotation der Himmelskörper, 3; Praktisch-astronomische Übungen an den Instrumenten der Sternwarte (mit Anding). — **Voß**: Einführung in die Invariantentheorie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Flächen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Pringsheim**: Integralrechnung, 5; Geometrische Ergänzungen und Übungen zur Differentialrechnung, 2. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie II: Axonometrie, Perspektive, 3, Übgn., 2; Graphische Statik: Geometrische Mechanik, 2, Übungen, 1 *g.* — **Anding**: Ausgleichungsrechnung, 2. — **v. Weber**: Differentialrechnung, 4, Ergänzungen und Übungen, 2; Algebraische Analysis, 4. — **Brunn**: Elemente der höheren Mathematik: Koordinatensysteme, Gleichungen von Linien und Flächen, Funktionen, Differentialquotienten, Integrale, verbunden mit Ausgabe von Übungsblättern, 4. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektromagnetismus, Elektrodynamik, Induktion, Strahlen elektrischer Kraft, Optik, 4; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Knoblauch**: Grundzüge der Physik II: Optik, Elektrizität, für Vermessungsingenieure, 3; Kinetische Gastheorie, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Fischer**: Experimentelle Akustik und Wellenlehre, 1; Physikalische Optik, 2; Physikalisches Praktikum für Physiker und Mathematiker, 4. — **Emden**: Die optischen Erscheinungen der Atmosphäre, 2. — **Ewers**: Über Radioaktivität und Elektronik. — Unterrichtskurse in praktischer Photographie, mit Übungen, 6 Nachmittage. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, Übgn., 2; Elektrotechnik für Maschineningenieure, 3, Übungen, 2; Theorie und Konstruktion der Meßinstrumente und Elektrizitätszähler, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, Übungen, 2, Praktikum, 2; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, 6, für Vorgeschrittene, 20 bis 32; Elektrische Zentralanlagen und Arbeitsübertragung, 2, Übungen, 4. — **Gleichmann**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 2; Elektrische Bahnen, 1. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 4; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen II: Wechselstromgeneratoren und Synchronmotoren, 4; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4; Das Pendeln der Wechselstrommaschinen im Parallelbetrieb, Einphasen-Kollektormotoren, kompensierte Ein- und Mehrphasenmaschinen, 2. — **v. Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile II, 3; Entwerfen von Maschinenteilen II, 8 und 6; Entwerfen von Dampfkesseln, 2. — **Ultsch**: Einführung in die Konstruktionslehre der Hebezeuge, 1; Arbeitsmaschinen II, 2; Entwerfen von Pumpen und Pumpwerksanlagen, 6; Maschinenzeichnen. — **Camerer**: Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 7; Wasserkraftanlagen, 3. — **Lynen**: Konstruktionslehre der Dampfmaschinen, 6; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 2; Arbeitsmaschinen I, 2, II, 1, Lokomotiven, 1. — **Schröter**: Theoretische Maschinenlehre II: Theorie der Wärmekraftmaschinen (Dampfmaschinen), 4, III: Theorie der Wärmekraftmaschinen (Dampfturbinen, Verbrennungsmotoren), 2; Praktikum im Laboratorium für theoretische Maschinenlehre, 2. — **v. Hoyer**: Mechanische Technologie II, 5; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Technologie: Mühlenanlagen, 2. —

Muthmann: Allgemeine Experimentalchemie einschließlich der Grundzüge der organischen Chemie, 5; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Schultz**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Chemische Technologie III, 4; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20 bis 30. — **Eibner**: Pyridin, Chinolin, Isochinolin und Alkaloide, 1. — **Rohde**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie mit Berücksichtigung der Tagesliteratur, 1. — **Lipp**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse I, 4; Brennmaterialien und Feuerungsanlagen mit Einschluß der technischen Gasanalyse II, 1, Übungen in der technischen Gasanalyse, 3. — **Hofer**: Die elektrochemischen Prozesse, 2. — **Lintner**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gärungschemisches Praktikum, 30; Technologie und Warenkunde I: Anorganische Waren, 2. —

v. Braunmühl: Höhere Mathematik II, 6, Übungen, 2; Mathematisch-historisches Seminar, 2. — **v. Dyck**: Höhere Mathematik IV, 2, Übungen, 2; Partielle Differentialgleichungen, 4; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit Finsterwalder), 2. — **Finsterwalder**: Die Gletscher, 2; Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Elementares mathematisches Seminar, 2. — **Kutta**: Trigonometrie, 3, Übungen, 1; Projektive Geometrie in synthetischer Behandlung, 4, Übgn., 1. — **Burmester**: Darstellende Geometrie, 4, Übgn., 4; Kinematik, 3. — **Schmidt**: Vermessungskunde II, 4, Praktikum II, 4 oder 8; Hauptvermessungsübgn., 1 oder 2 Wochen; Katastertechnik, Praktikum IV a) Meßübungen, 8, b) Rechenübungen, 2; Kartierungsübungen, 4. — **Föppl**: Technische Mechanik einschließlich der Elemente der graphischen Statik und der analytischen Mechanik I: Einführung in die Mechanik, 4, IV: Dynamik, 3, Übungen, 2; Praktikum im mechanisch-

technischen Laboratorium, 2. — **Anding**: Ausgleichungsrechnung, 2. —

Universität Münster.

Hittorf: Liest nicht. — **Heydweiller**: Experimentalphysik: Allgemeine Physik und Wärmelehre, 4; Theorie der Wärme, 2; Physikalische Übungen, 3 und 6, für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten im physikalischen Institut, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 1. — **Reinganum**: Kinetische Theorie der Gase, 2; Elektrische Messungen, 1 *g*. — **Salkowski**: Organische Chemie I: Die aliphatischen Verbindungen, 4; Chemie der Leichtmetalle, 2 *g*; Praktische Übungen und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Kaßner und Thiel), 6. — **König**: Analytische Chemie: Metalloide, 1; Allgemeine Hygiene, 2 *g*; Übgn. im agrikulturchemischen Laboratorium, tägl. *g*. — **Kaßner**: Über Gifte und ihren Nachweis in Untersuchungsobjekten, 1 *g*; Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Medizin und Pharmazie, 4; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des deutschen Arzneibuches (Fortsetzung), 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Brennstoffe und deren Ausnützung, 1; Toxikologische, pharmazeutisch-chemische und maßanalytische Übungen im Laboratorium, Darstellung chemischer Präparate, Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, 35. — **Rosemann**: Experimentalphysiologie I, 5; Praktischer physiologisch-chemischer Kurs, 4; Physiologische Chemie der Eiweißstoffe, 1; Über den Bau und die Verrichtungen des menschlichen Körpers, 1 *g*. — **Römer**: Analyse der Nahrungs- und Genußmittel II: Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche, 1 *g*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, *g*. — **Thiel**: Physikalische Chemie I, 3; Analytische Chemie auf modern wissenschaftlicher Grundlage, 3; Praktikum des Glasblasens, 3; Anwendung der modernen Chemie in den medizinischen Wissenschaften, 1 *g*. — **Killing**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übgn., 1 *g*; Zahlentheorie, 3; Ausgewählte Kapitel der Stereometrie, 1; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **v. Lilienthal**: Analytische Geometrie I, 4; Partielle Differentialgleichungen, 4; Mathematisches Oberseminar, 1 *g*. — **Dehn**: Synthetische Geometrie, 4; Variationsrechnung, 3. — **Plaßmann**: Die Fixsterne, 2; Zeitrechnung und Kalenderkunde, 2; Astronomische Übungen, *g*. —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik II, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. *g*. — **v. Geitler**: Physikalisches Praktikum II, a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Naturhistoriker und Chemiker, 3; Spektralanalyse, 2. — **Lippich**: Theorie des Lichtes (Fortsetzung), 3; Elementare Mechanik, 2. — **Spitaler**: Praktische Meteorologie: Instrumente, Beobachtung und Berechnung, 3; Übungen im meteorologischen Beobachten, 1 *g*; Ozeanographie, 1. — **Goldschmiedt**: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. außer Donnerstag *g*. — **Rothmund**: Theoretische und physikalische Chemie II: Elektrochemie, Thermochemie, Photochemie, 4; Anwendung physikalischer Methoden in der Chemie, 1. — **Meyer**: Farbstoffe, 3. — **Kirpal**: Qualitative chemische Analyse, 3; Chemische Großindustrie, 1. —

Pick: Differential- und Integralrechnung II, 4; Begriff der Zahl und der Grenze, 1 *g*. — **Gmeiner**: Analytische Geometrie des Raumes, 5. — **Weinek**: Über astronomische Hilfsinstrumente, Theorie des Spiegelsextanten, 3; Übung im astronomischen Beobachten, 2; Die Grundlagen der mathematischen Selenographie, 1 *g*. — **Oppenheim**: Einleitung in die theoretische Astronomie in geschichtlicher Entwicklung, 2. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik: Wellentheorie, Akustik, Optik, 5, Praktikum, 3. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 2, Praktische Übungen, 3; Spezielle Elektrotechnik, 2; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 1. — **Doerfel**: Maschinenlehre, 5, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenlehre (Ausgewählte Kapitel), 2; Maschinenbau II, 2, Konstruktionsübgn., 4. — **Schiebel**: Maschinenbau I, 1. Teil, 2, Konstruktive Übungen, 4, 2. Teil, 2, Konstruktionsübungen, 7; Allgemeine Maschinenkunde, 3. — **N. N.**: Maschinenbau II, 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. — **Pichl**: Klimatologisches Praktikum, 1. —

Gintl: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe, 5; Praktische Übungen in der Ausführung chemischer Operationen, 6; Analytische Chemie (qualitative), Repetitorium, 2; Analytische Chemie (quantitative), 2, Praktische Übungen, 24; Spezielle Kapitel der organischen Chemie, 1; Praktische Photographie und Übungen, sechswöchentlich; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2, Übungen, 6; Chemische Technologie anorganischer Stoffe: Brennstoffe, Heizung, Gewinnung des Eisens, $6^1/_2$, Übungen, tägl. außer Sonnabend. — **Storch**: Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Maßanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie: Elektrochemie, 3; Theorie der zyklischen Verbindungen, 2. — **N. N.**: Übgn. über praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4. — **Czapek**: Agrikulturchemie, 3; Warenkunde und technische Mikroskopie, 3, Praktische Übungen aus der technischen Mikroskopie, 2. — **v. Georgievics**: Chemische Technologie organischer Stoffe: Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, Erdöl, Paraffin, $6^1/_2$, Übgn., tägl. außer Sonnabend. — **Gintl jun.**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1; Methoden der quantitativen Mineralanalyse, 2; Untersuchung der Milch und Butter und Analyse der Fette, 1. —

N. N.: Mathematik I, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 2, Repetitorium, 1; Übungen aus der Integralrechnung, 1; Analytische Mechanik, 2. — **Grünwald**: Mathematik II, 3, Repetitorium, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 8; Ausgewählte Kapitel aus der darstellenden und projektiven Geometrie, 2. — **Adler**: Darstellende Geometrie, 2. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik I, 2; Mechanik I, Repetitorium, 1, II, 4, Repetitorium, 1, III, 3; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2. — **Ruth**: Elemente der niederen Geodäsie, Übgn., 2; Niedere Geodäsie I, Übungen, 2, II, $4^1/_2$, Übgn., 4; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 3, Übgn., 2; Anwendungen der Geodäsie auf Kulturtechnik, 2, Übungen, 2. —

Universität Rostock.

Matthiessen: Experimentalphysik I, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 12; Großes physikalisches Praktikum, Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Geübtere (mit Wachsmuth), tägl. — **Wachsmuth**: Theorie der Elastizität und Hydrodynamik, 3; Physikalisches Kolloquium (mit Kümmell), 14 tägg., 2 *g*. —

Michaelis: Anorganische Chemie, 5; Großes Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Kleines Praktikum, 9; Übungen für Mediziner, 4, für Nahrungsmittelchemiker, 5. — **Stoermer**: Maßanalyse, 1; Organische Chemie II: Aromatische Verbindungen, 4; Repetitorium der aliphatischen Reihe, 2. — **Kümmell**: Elektrochemie, 2; Kleines elektrotechnisches Praktikum, 3; Elektrochemische Analysen und Präparate, 3. — **Kunckelt**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie und maßanalytische Bestimmungen des Arzneibuches, 2; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse für Pharmazeuten, 1 *g*. —

Staude: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Analytische Mechanik, 4; Übungen über darstellende Geometrie, 2 *g*. —

Universität Straßburg.

Braun: Experimentalphysik I: Mechanik, Molekularphysik, Optik, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10, Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, 5 Tage; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Cohn**: Theorie der Wärme, 3; Besprechung neuerer Arbeiten aus dem Gebiet der theoretischen Physik, 2 *g*. — **N. N.**: Die physika-

lischen Grundlagen der drahtlosen Telegraphie (experimentell), 1. — **Hergesell**: Ausgewählte Kapitel der modernen Meteorologie, 2; Meteorologische Arbeiten, tägl. *g*. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie: Organischer Teil, 5; Praktische Übungen für Anfänger und Vorgeschrittene (in der anorganischen Abteilung, mit Kohlschütter), tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über organische Chemie, 1 *g*. — **Kohlschütter**: Spezielle anorganische Chemie, 4; Praktikum für Gasanalyse, 3. — **Rose**: Chemische Technologie der leichten Metalle, 3; Repetitorium der analytischen Chemie, 3; Brennstoffe und Heizung, 1 *g*. — **Erlenmeyer**: Stereochemie, 1; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere (mit Kreutz), tägl. außer Sonnabend. — **Köhl**: Einführung in die neuere chemische Literatur, 1. — **Kreutz**: Anleitung zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, tägl. außer Sonnabend; Die Bereitung von Molkereiprodukten, Bier, Wein, Branntwein, Stärke, Zucker, mit Exkursionen, 1. — **Schär**: Pharmazeutische Chemie, 5; Geschichte der Pharmazie, 2; Übungen und Untersuchungen im pharmazeutischen Institut, tägl. außer Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum (mit Rosenthaler), 4; Die ätherischen Öle und Kampherarten in pharmazeutisch-chemischer Beziehung, 1 *g*. — **Rosenthaler**: Neue Arzneimittel, 2. —

N. N.: Analytische Geometrie des Raumes, 3, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, 2, Graphische Übungen, 2 *g*. — **Reye**: Ausgewählte Kapitel der höheren synthetischen Geometrie, 3; Theorie der Kräfte, die nach Newtons Gesetz wirken (Potentialtheorie), 3; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Weber**: Bestimmte Integrale und Einleitung in die Funktionentheorie, 4; Variationsrechnung, 3. — **Wellstein**: Übungen des mathematischen Seminars (untere Abteilung), 1½ *g*; Übungen des mathematischen Oberseminars (mit Weber und Epstein), 1½ *g*; Abelsche Funktionen, 4; Riemannsche Flächen, 1 *g*. — **Epstein**: Vektorenrechnung, 2. — **Simon**: Methodik der elementaren Arithmetik in Verbindung mit algebraischer Analysis, 2; Nichteuklidische Geometrie in elementarer Behandlung, 1 *g*. — **Becker**: Sphärische Astronomie, insbesondere in ihrer Anwendung auf astronomisch-geographische Ortsbestimmung, verbunden mit praktischen Übungen, 3; Seminaristische Übgn. (Kolloquium), *g*; Astronomische Beobachtungen an den Instrumenten der Sternwarte, für Vorgeschrittene. — **Wislicenus**: Theoretische Photometrie mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse am Himmel, 1; Photogrammetrie, 1; Besprechung der neuesten literarischen Erscheinungen auf astronomischem Gebiete, 2 *g*. — **Wirtz**: Einführung in die Theorie der Mondbewegung, 2. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Praktikum I, halbtägig, tägl. außer Sonnabend, II, tägl.; Theoretische Physik, 2. — **Veesenmeyer**: Die elektrische Arbeitsübertragung, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 8; Projektierung elektrischer Anlagen, 2. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 2; Elektrotechnische Meßkunde, 3; Elektrotechnisches Praktikum I, für Anfänger (mit Herrmann), Übgn., 4 halbe Tage, II, für Vorgerücktere, tägl. außer Sonnabend. — **Herrmann**: Die Elektrizitätswerke einschließlich der Leitungen, 2. — **v. Weyrauch**: Einleitung in die mathematische Theorie der Elastizität, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Lehramtskandidaten, 2; Aërostatik und Aerodynamik, 2; Analytische Theorie der Ingenieurkonstruktion, 4, Übungen, 4. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 12; Pumpen, 2. — **Ernst**: Maschinenelemente, 3; Hebezeuge, Konstruktionsübungen, 6. — **Thomann**: Wassermotoren, 6; Turbinenregulatoren, 1, Übungen, 2; Maschinenkonstruktionen, 8; Maschinenkunde, Übungen, 4. — **Bantlin**: Dampfkessel, 3; Maschinenkonstruktionen, 10. — v. **Bach**: Materialprüfungsanstalt, mit Übungen; Ingenieurlaboratorium, Übungen; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Magenau**: Verbrennungsmotoren, Konstruktionsübungen, 4. — **Enßlin**: Übungen im Ingenieurlaboratorium, 1. —

Hell: Allgemeine Experimentalchemie, 4, Übungen im Laboratorium (mit Kehrer), tägl. außer Sonnabend; Organische Chemie, 2; Theoretische Chemie, 2. — **Kehrer**: Analytische Chemie, 2. — **Schmidt**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Chemie, 2; Chemisch-technische Analyse, 2; Populäre Vorlesungen über Chemie, 1. — **Kauffmann**: Physikalische Chemie, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie, 2; Toxikologie, mit Demonstrationen, 1. — **Seel**: Neuere Arzneimittel, 1; Nahrungsmittelchemie, 1; Physiologisch-chemische Analyse, 1; Chemisch-pharmazeutisches Praktikum, 2. — **Philip**: Maßanalyse, 1. — **Rohland**: Kontaktchemie, 1 *g*; Der Portlandzement und seine Anwendung, 1 *g*. — **Häußermann**: Technische Chemie, 2; Chemische Technologie der Baumaterialien, 1, Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Elektrochemie, 1; Metallurgie, 1. — **Widmaier**: Allgemeine mechanische Technologie: Verarbeitung der Faserstoffe, mit Übgn., 5; Werkzeugmaschinen, 3. —

Hohenner: Trigonometrische Übungen, 2; Übungen zur praktischen Geometrie für Architekten, Maschineningenieure und Lehramtskandidaten, 12; Katastermessungen II, mit Übgn., 2. — **Stübler**: Mathematische Geographie, mit Übungen, 2. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 1. — **Reuschle**: Analytische Geometrie der Ebene, 3, Übgn., 1; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Wölffling**: Krümmungstheorie, 3; Partielle Differentialgleichungen, 1 *g*. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie, 4, Übgn., 6; Synthetische Geometrie, 3, Übgn., 1. — **Roth**: Perspektive, 2. — v. **Autenrieth**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 6; Statik, Übungen, 2; Dynamik und Hydraulik, 2, Übungen, 1. — **Hammer**: Praktische Geometrie II, 4; Übungen I und II, 4 bezw. 5, Geodätische Exkursion, 14 Tage; Ausgleichungsrechnung, Übungen, 2; Astronomische Zeit- und direkte geographische Ortsbestimmung, Übungen, 1. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik I: Mechanik und Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Selbständige Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theorie des Lichtes, 3, Übungen, 2; Populäre Astronomie, 2. — **Gans**: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik, in elementarer Darstellung, 1; Eigenschaften des Äthers, 1. —

v. **Hüfner**: Ausgewählte Kapitel aus der physiologischen Chemie, 2; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner I: Qualitative Analyse, 6, II: Quantitative Analyse, 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Bülow); Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Weinland); Präparative Arbeiten, ganztägig; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, ganztägig. — **Bülow**: Analytische Chemie II, 3; Die deutsche chemische Industrie, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 2; Forensische Chemie, 1. — **Wedekind**: Einführung in die Elektrochemie und ihre Anwendungen, 2; Moderne chemische und physikochemische Probleme: Radioaktive Stoffe, Ionen und Elektronen, Farbenphotographie usw., 1; Physiko-chemische und gasanalytische Übungen, 4. — **Dimroth**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Mayer**: Pharmakognosie, 4; Pharmakognostisch-mikroskopisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung von Drogenpulvern, 2. —

v. **Brill**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Theorie der Krümmung der Flächen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — v. **Stahl**: Niedere Analysis, 3, Übungen, 1; Höhere Analysis, 3, Übungen, 1. — **Maurer**: Funktionentheorie, 3, Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2, Übungen, 2. —

Universität Wien.

v. **Lang**: Experimentalphysik I, 4, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **Boltzmann**: Ausgewählte Kapitel der Naturphilosophie, 2; Gastheorie, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2; Experimentelle Arbeiten Vorgeschrittener. — **Franz Exner**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 5; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Konversatorium, 1. — **Jäger**: Elemente der theoretischen Physik IV: Optik, 3, Akustik, 2. — **Lampa**: Physikalisches Praktikum für Mediziner, 4. — **Moser**: Experimentalphysik für Hörer der Medizin und der Philosophie, insbesondere Elektrizität und Optik, 3; Einführung in die mathematische Physik

für Hörer der Medizin und der Philosophie, 2; Demonstrationen und Übungen an und mit physikalischen Apparaten als Ergänzung der Experimentalvorlesung, 6. — **v. Schweidler**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten II: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 8; Die radioaktiven Substanzen und ihre Strahlung, 2. — **Meyer**: Elemente der theoretischen Physik, Akustik und Optik, 3. — **Hasenöhrl**: Ausgewählte Kapitel aus der Elektronentheorie, 2. — **Mache**: Atmosphärische Elektrizität, 1. — **Haschek**: Photographische Beobachtungsmethoden, 1. — **Hinterberger**: Photographisches Praktikum, 6wöchig; Praktischer Kurs über Mikrophotographie. — **Hann**: Anleitung zur Berechnung meteorologischer und klimatologischer Beobachtungen, 2; Ergebnisse der erdmagnetischen Beobachtungen, 1. — **Pernter**: Meteorologische Instrumentenkunde mit Übungen, 3. — **Kohl**: Kündigt später an. — **Valentin**: Über barometrische Höhenmessung, 1. —

Lieben: Experimentalchemie II: Organische Chemie, mit Berücksichtigung auch medizinischer Hörer, 5; Chemische Übungen, für Anfänger, 5 Tage, für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie II, 5; Physikalisch-chemische Rechenübungen, 1 *g*; Chemische Übungen für Anfänger, 5 Tage; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie II: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemische Übungen für Anfänger, 5 Tage; Arbeiten im chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Pharmazeutische Chemie, 5, Übungen, 5 Tage. — **Fossek**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie für Pharmazeuten, 1. — **Vortmann**: Chemische Übungen für Anfänger, 15. — **Pomeranz**: Elektrochemie, 2; Gasanalyse, 1. — **Franke**: Qualitative und quantitative Harnanalyse, 2. — **Pollak**: Repetitorium der analytischen Chemie für Pharmazeuten, 1. — **Garzarolli v. Turnlackh**: Anleitung zum Anstellen von chemischen Schulversuchen, 2. — **Billitzer**: Photochemie, 2; Die Grundlagen chemischer Forschung, 1. —

v. Escherich: Funktionentheorie, 5; Proseminar für Mathematik, 1; Seminar für Mathematik, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **Mertens**: Algebra (Fortsetzung), 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2, im Proseminar, 1; Mathematische Statistik, 3. — **Wirtinger**: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*. — **Kohn**: Synthetische Geometrie (Fortsetzung), 4, Übungen, 1 *g*; Nichteuklidische Geometrie, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik (Fortsetzung), 6. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik II, 3. — **Carda**: Lineare kontinuierliche Gruppen, 2. — **Plemelj**: Theorie der hypergeometrischen Differentialgleichung, 2. — **Grünwald**: Liniengeometrie (Fortsetzung), 2. — **Weiß**: Praktische Astronomie, 4. — **v. Hepperger**: Astrophysik, 3; Bahnbestimmung von Doppelsternen, 2. — **Schram**: Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 2. — **Herz**: Das Zeichnen der wichtigsten Kartennetze, 2; Anwendungen der elliptischen Funktionen in der Astronomie, 2. — **Prey**: Die Schweremessungen, 2. —

Technische Hochschule Wien.

N. N.: (beauftragt: Jäger und Reithoffer) Allgemeine und technische Physik, 5. — **N. N.**: Physik für Chemiker; Mechanische Wärmetheorie, 1. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Hochenegg**: Elektrische Stromverteilung, 3; Elektrotechnik, Praktische Übungen und Untersuchungen (mit Sahulka), 4. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen, 1. — **Reithoffer**: Drehstrommotoren und Transformatoren, 2. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Liznar**: Erdmagnetismus, 2. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre, 3; Bau der Lasthebemaschinen, 4½, Konstruktionsübungen, tägl. — **Englaender**: Maschinenelemente, 4½, Übungen, 6. — **Seidler**: Allgemeine Maschinenkunde, 3 und 2; Maschinenzeichnen, 2, Übgn., 6. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 3. — **v. Stockert**: Eisenbahn-Maschinendienst, 3. —

Bauer: Allgemeine Experimentalchemie II, 5, Übungen, 20. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **Bamberger**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 3; Agrikulturchemie, 2. — **v. Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie, 2, Übungen, 4; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übgn., 20. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I und II, 5. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 3. —

Allé: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **N. N.**: Mathematik I, 5. — **Czuber**: Mathematik II, 5; Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4, II, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statik, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktives Zeichnen, 6; Seminar für darstellende Geometrie, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie II, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Finger**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5; Analytische Mechanik, 2. — **Hermanek**: Technische Mechanik II: Hydromechanik, 3. — **Schell**: Praktische Geometrie, 7½; Situationszeichnen, 3 und 4; Photogrammetrie, 1½. — **Tinter**: Sphärische Astronomie, 4; Übungen im Beobachten und Rechnen, 2½; Geodätische Rechenübungen, 2½. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Praktische Übungen im physikalischen Institut, 4 resp. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Theorie der in der Physik zur Anwendung kommenden Differentialgleichungen, 2. — **Cantor**: Elektrizität und Magnetismus II, 4. — **Seitz**: Theorie der elastischen Körper, 1; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 1. — **Harms**: Neuere physikalische Meßmethoden, 1; Elektrische Schwingungen, mit Demonstrationen, 1. —

Medicus: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie u. Nahrungsmittelanalyse, halb- u. ganztägig. — **Tafel**: Organische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot) a) ganz- b) halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Gürber), 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl. — **Manchot**: Maßanalyse (unter Berücksichtigung der durch das deutsche Arzneibuch vorgeschriebenen Methoden), 1; Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie, 1. — **Reitzenstein**: Über seltene Elemente, 1. — **Pauly**: Aromatische Verbindungen II, 2. —

Prym: Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 4; Übungen aus der Differential- und Integralrechnung, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Selling**: Differential- und Integralrechnung, 4; Wahrscheinlichkeitsrechnung, Fehlerausgleichung, Versicherungswesen, 2; Sphärische Astronomie, 2; Astronomische Demonstrationen, 1 *g*. — **Rost**: Analytische und synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 4, Übungen, 2; Darstellende Geometrie II, 4, Übgn., 4 *g*; Analytische Mechanik II, 4, Übungen, 2 *g*; Theorie der algebraischen Kurven, 2; Ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Theoretische Physik, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag, für Vorgerücktere, tägl.; Physikalische Übungen für Sekundarlehramtskandidaten, 2. —

Werner: Organische Experimentalchemie, 5; Anorganische Chemie II, 2; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage *g*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*; Chemisches Halbpraktikum, halbtägig. — **Abeljanz**: Quantitative chemische Analyse

mit Berücksichtigung der elektrolytischen Methoden, 2; Chemie und Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, mit Übgn., 1; Aromatische Verbindungen mit besonderer Berücksichtigung der Arzneimittel, für Mediziner, 1; Anleitung zu medizinisch-chemischen Arbeiten, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner, Veterinäre und Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl., für Lehramtskandidaten, 2 Tage; Chemische Übungen für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 2. — **Pfeiffer**: Organische Chemie III: Farbstoffe, 2; Chemie stickstoffhaltiger Ringsysteme (Pyridinkörper, Chinolinkörper, Alkaloide), 2. — **Dilthey**: Stereochemie (Spezialkapitel), 1. —

Burkhardt: Differential- und Integralrechnung II, 4; Elliptische Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 2. — **Weiler**: Analytische Geometrie II, mit Übungen, 2; Darstellende Geometrie II, mit Übungen, 3; Kartenprojektionen, 2 bis 3; Politische Arithmetik, 2. — **Gubler**: Einführung in die Hauptsätze der Differential- und Integralrechnung, 2; Politische Arithmetik für Sekundarlehramtskandidaten, 2; Ausgewählte Fragen der politischen Arithmetik, für Vorgerücktere, 1. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 9; Ausgewählte Methoden der Zeit- und Ortsbestimmung, 2, Übungen, 6. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Meßmethoden der Elektrotecknik, 2; Theorie des Wechselstroms, 2; Differentialgleichungen der Physik, 2; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 oder 24; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 oder 16. — **Weiß**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Questions d'optique physique, théorie et expériences, 1, Répétition et discussion, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Travaux scientifiques dans les laboratoires de physique, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Optik für Ingenieure, 1 *g*. — **Kunz**: Maxwells Theorie der Elektrizität und des Magnetismus I, 2. — **Tobler**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik (Fortsetzung), 1 *g*. — **Wyßling**: Elektrische Zentralanlagen I, 2. — **Großmann**: Neuere Anschauungen über die Elektrizität, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der Beleuchtungstechnik, 1 *g*. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau II, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren, 12; Gasmotoren (Fortsetzung), 1; Übungen in der kalorischen Abteilung, $^1/_2$ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen I, 2; Besondere Kapitel aus dem Dynamobau, 2; Übungen im Maschinenlaboratorium. — **Prasil**: Hydraulische Motoren und Pumpen I, 2, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen und Demonstrationen, 3; Fabrikanlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung, $^1/_2$ Tag. — **Schüle**: Technologie des matériaux de construction I, 3, Répétition, 1; Materialtechnisches Praktikum, 4. — **Escher**: Mechanische Technologie I: Metallurgie, 4, Repetitorium, 1, III: Werkzeugmaschinen (Fortsetzung), Spinnerei, 3, Repetitorium, 1; Maschinenlehre, 4, Übungen und Repetitorium, 4. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre I: Praktische Hydraulik, Meßmethoden des Maschinenwesens, 4, Übungen, 2, III: Lokomotiven, 3, Übgn., 2. — **Herzog**: Mechanik I, 6, Repetitorium, 1, Übungen, 2. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 2, Übgn., 6; Skizzierübungen, 2; Maschinenbau: Transmissionen und Hebezeuge, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruktionen und Demonstrationen im Laboratorium, 9. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 4; Feuerungsanlagen, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Barbieri**: Photographie II, 1; Photographisches Praktikum, 2; Photogrammetrie, 1. —

Treadwell: Analytische Chemie II, 2; Chemisch-technische Analyse mit Übungen, 4; Probierkunde mit Übungen, 2; Analytisch-chemisches Praktikum, 16, 24, für Vorgerücktere, tägl.; Chemisches Praktikum, 2 bezw. 4. — **Bosshard**: Gärungschemie, 1. — **Constam**: Physikalische Chemie II, 1; Organische Elektrochemie, 1 *g*: Thermochemisches Praktikum (mit Lorenz), $^1/_2$ Tag; Physikaliseh-chemisches Vollpraktikum (mit Lorenz), tägl. — **Gnehm**: Künstliche organische Farbstoffe, 3, Repetitorium, 1; Nahrungsgewerbe, 2; Beleuchtungsindustrie, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16, 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Grete**: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden, 2 *g*. — **Hartwich**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ätherische Öle, 1; Toxikologie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Technische Botanik II: Untersuchung von Nahrungsmitteln und Gewürzen, 2; Warenkunde, 2; Mikroskopische Übungen in der Nahrungsmittelkunde, $^1/_2$ Tag; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, tägl.; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl. — **Kaufler**: Stereochemie, 2; Konstitutionsbestimmung organischer Körper, 1 *g*. — **Lorenz**: Technische Elektrochemie, 2; Elektrometallurgie, 1; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, 15. — **Lunge**: Anorganische chemische Technologie, 3, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Baumaterialien und Explosivstoffe, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16, 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Schulze**: Organische Chemie, 3, Repetitorium, 1; Agrikulturchemie II: Fütterungslehre, 2; Übgn. im agrikulturchemischen Laboratorium, 4 und 8; Agrikulturchemisches Praktikum für Vorgerücktere, 24. — **Winterstein**: Physiologische Chemie, 2; Anleitungen zu den Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, 1; Übgn. im agrikulturchemischen Laboratorium. —

W. Fiedler: Darstellende Geometrie, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Elemente der analytischen Geometrie der Lage, 2. — **Beyel**: Schattenlehre, 2; Flächen 2. Grades (rein geometrisch), 2. — **Franel**: Calcul intégral, 4, Répétition, 1, Exercices, 2. — **Geiser**: Infinitesimalgeometrie, 4, Invariantentheorie, 2. — **Hirsch**: Integralrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der elliptischen Funktionen, 2. — **Hurwitz**: Zahlentheorie, 4; Mathematisches Seminar, 2; Über die Axiome der Arithmetik und der Geometrie, 1. — **J. Keller**: Repetition der darstellenden Geometrie: Axonometrie, Kollinkation, Hyperboloid, Kegel-, Rotations- und Schraubenflächen etc., 2; Repetitorium der Differential- und Integralrechnung an Hand von Übungen, 2. — **Kraft**: Vektoranalysis, 2, Geometrisches Kalkül (Kurven und Flächen), 2; Theoretische Mechanik, 3. — **Lacombe**: Géométrie descriptive, 2, Répétition, 1, Exercices, 4. — **Rebstein**: Flächenteilung, 1; Katastervermessung und Güterzusammenlegung, 2; Versicherungsmathematik, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Ausgleichungsrechnung, 2. — **Rosenmund**: Vermessungskunde, mit Repetitorium, 4 und 5; Vermessungsübungen, 3 und 1 Tag; Vermessungsarbeiten, 2 Wochen. — **Rudio**: Anwendungen der höheren Mathematik, 4; Mathematisches Seminar, 2. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 3; Ausgewählte Methoden der Zeit- und Ortsbestimmung, 2, Übgn., 6. —

Gesuche.

Zur experimentellen Erforschung eines physikal. Problems a. d. Gebiete der Elektr. wird die Mitarbeit eines

erfahrenen Physikers

gesucht. Offerten unter **Z. A. 3376** an Rudolf Mosse Zürich.

Promovierter Physiker

mit mehrsemestrigem Chemiestudium, vor dem Militärdienstjahre bereits als Privatassistent in Stellung gewesen, sucht, gestützt auf gute Zeugnisse, zum Sommersemester Stellung als Vorlesungs- oder Laboratoriumsassistent.

Offerten unter Nr. **317** an die Expedition dieser Zeitschrift.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.